This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

hg 1018.6F

HARVA

BOUGHT

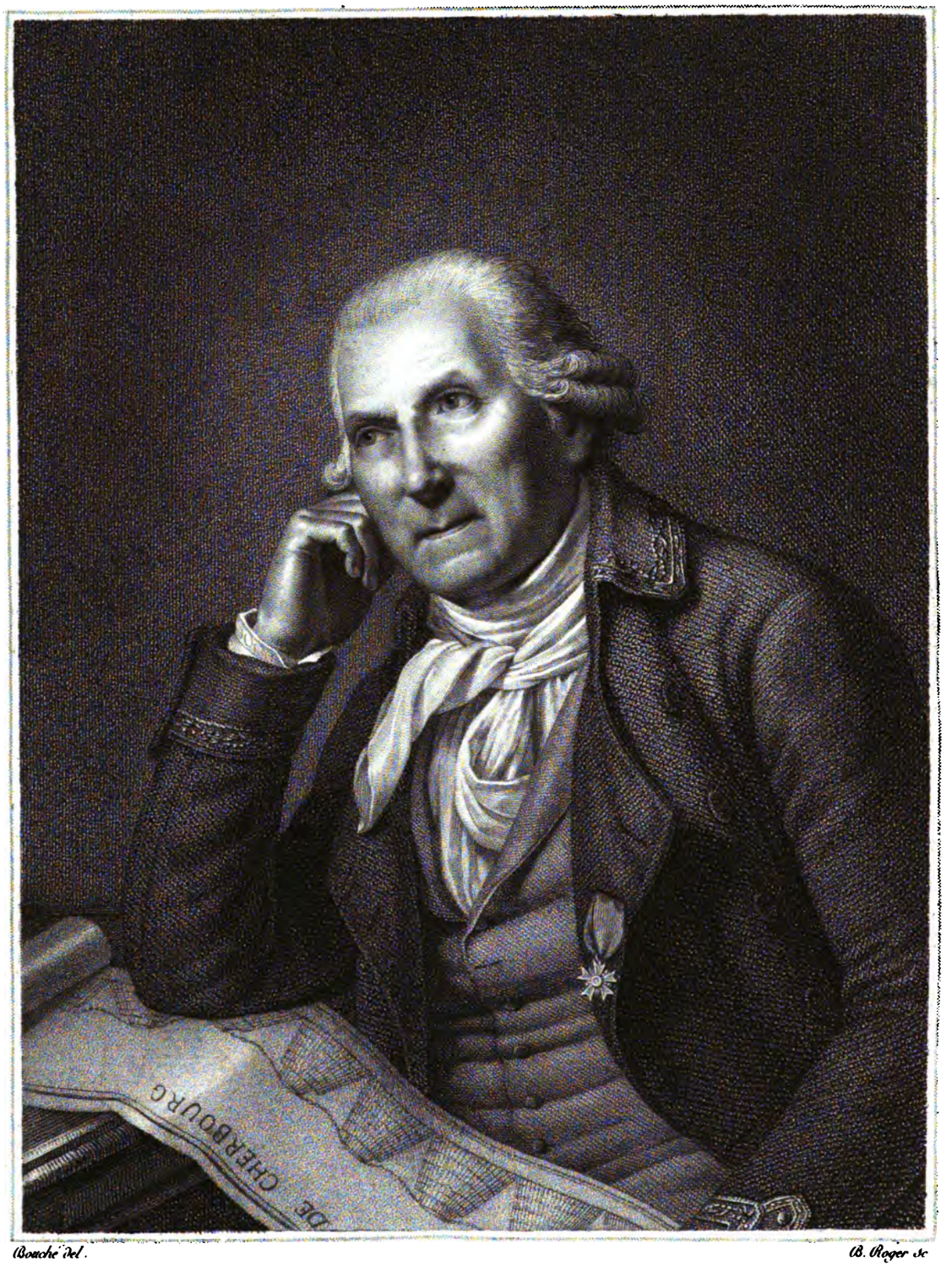
PETE

FOR FRENCH W
AND ON C
APPL

DESCRIPTION

DES

TRAVAUX HYDRAULIQUES.



Bouché del. *B. Roger Sc*

LOUIS ALEXANDRE DE CESSART

Inspecteur Général des Ponts et Chaussées,
Commandant de la Légion d'Honneur,
Né à Paris, le 25 Aout 1719.

DESCRIPTION

DES

TRAVAUX HYDRAULIQUES

DE LOUIS ALEXANDRE DE CESSART,

Doyen des Inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées, un des Commandans de la légion d'honneur, membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes.

OUVRAGE IMPRIMÉ SUR LES MANUSCRITS DE L'AUTEUR.

Deux volumes in-4°, avec soixante-sept planches.

TOME PREMIER.

PARIS,

E. COLLIN, Graveur, rue Saint-Thomas-du-Louvre, n° 22.
RENOUARD, Libraire, rue Saint-André-des-Arcs, n° 42.
BERNARD, Libraire, } quai des Augustins.
MAGIMEL, Libraire, }

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT.

1806.

Eng 1C18.6 F

HARVARD COLLEGE
APR 11 1921
LIBRARY

Degrand fund
(2 vols)

A L'EMPEREUR.

SIRE,

Le dernier vœu de M. DE CESSART *fut d'obtenir de* VOTRE MAJESTÉ *la permission de lui dédier le recueil destiné à transmettre, avec les résultats de son expérience dans les travaux hydrauliques, le souvenir de son dévouement à son Souverain et à sa Patrie.*

Votre bonté, SIRE, *après avoir prolongé en même temps qu'illustré les jours de* M. DE CESSART, *daigne s'étendre sur son nom et l'associer, en quelque sorte, à la glorieuse immortalité de celui de* VOTRE MAJESTÉ.

Ce nom qu'une admiration universelle accompagnera dans les siècles, ce nom auquel se rattachent tous les titres, placé en tête d'un ouvrage, dont je me fais gloire aujourd'hui d'être l'éditeur, en garantit l'utilité, en consacre à jamais le succès. Il honore à-la-fois, et la mémoire de l'auteur, et le corps tout entier dans lequel ses services distingués le firent

parvenir au premier grade. Les chefs de ce corps, si fécond en Ingénieurs instruits et utiles, trouveront dans cette illustre marque d'estime accordée par VOTRE MAJESTÉ au souvenir de l'un d'eux, la noble et double récompense et de ses travaux et des leurs: les jeunes gens qui se destinent à suivre la carrière dans M. DE CESSART a reculé les bornes, y verront comme un auguste et exprès commandement de méditer les secrets de leur art dans la longue et utile expérience de leur devancier.

Qu'il me soit permis de m'enorgueillir de l'honneur d'être admis à mettre aux pieds de VOTRE MAJESTÉ, SIRE, l'hommage public des sentimens de fidélité, de dévouement et de respect profond, avec lesquels je suis,

DE VOTRE MAJESTÉ,

SIRE,

Le très-humble, très-obéissant, très-soumis serviteur et fidèle sujet,

DU-BOIS D'ARNEUVILLE.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS

DANS LE PREMIER VOLUME.

Discours préliminaire. Pag. 1

Introduction. Réflexions sur l'administration des travaux publics. 7

Tableau analytique des diverses parties de cet ouvrage. 11

Récapitulation de l'étendue superficielle et du poids des cônes et caissons employés à différentes fondations. 38

PREMIÈRE SECTION.

PONT DE SAUMUR.

Art. I. *Détails sur sa construction.* 47

Art. II. *Projet présenté en 1753, par M. de Voglio, à l'assemblée des Ponts et Chaussées, et accepté par elle.* 52

Art. III. *Des fondations.* 54

Art. IV. *Fondation de la première culée et de la première pile du côté du faubourg en 1756.* 57

Art. V. *Projet pour la fondation des dix piles restantes et de la deuxième culée, au moyen des caissons.* 60

Art. VI. *Première opération.* 62

ART. VII. *Pieux d'enceinte d'une pile servant à soutenir les fascinages qui facilitent l'enlèvement des sables et le battage des pilots de fondation.* Pag. 64
ART. VIII. *Draguage et fascinage d'enceinte.* 65
ART. IX. *Battage des pieux de fondation, tant avec une sonnette ordinaire, qu'avec une sonnette à déclic.* 66
ART. X. *Sonnette à déclic.* 68
ART. XI. *Remplissage entre les pilots avec du moellon dur.* 69
ART. XII. *Disposition pour receper les pieux parfaitement de niveau. Grand échafaud roulant.* 71
ART. XIII. *Machine à receper les pieux dans l'eau.* 72
Conditions requises dans sa composition. 73
ART. XIV. *Son opération et sa vérification.* 75
ART. XV. *Détail estimatif et composition de la machine.* 77
ART. XVI. *Recepage des 116 pieux de fondation de la deuxième pile, à 7 pieds 4 pouces au-dessous de l'étiage.* 88
ART. XVII. *Observations générales.* 90
ART. XVIII. *Construction des caissons.* 92
Dimensions principales du fond. Extrait du devis. 93
Calfatage. 97
Courroies. 98
ART. XIX. *Appontement du chantier pour la construction du caisson et de sa mise à l'eau.* 100
Ferrure. 103
Tracé du plan de la pile sur le fond du caisson. 104
Observations sur l'exécution de la maçonnerie. Ibid.
Coulisse de conduite. 105
ART. XX. *Opération pour mettre le caisson à l'eau.* 106
ART. XXI. *Conduite du caisson contre l'échafaud de l'enceinte de la pile en fondation.* 108

ART. XXII. *Maçonnerie dans le caisson.* 109

Dispositions pour descendre les blocs de pierre dans le caisson. 110

ART. XXIII. *Enlèvement des bords du caisson après l'élévation de la pile.* 113

ART. XXIV. *Replacement des premiers bords sur un deuxième fond de caisson.* 115

ART. XXV. *Remplissage du pourtour de la pile.* 117

ART. XXVI. *Récapitulation de la dépense comparative de la première pile du pont de Saumur, fondée avec batardeau et épuisement, et de celle de la deuxième pile fondée avec caisson.* 118

Détails de la dépense de la pile fondée avec batardeau et épuisement à 4 pieds 3 pouces sous l'étiage. 119

ART. XXVII. *Décision du conseil des Ponts et Chaussées sur la fondation des autres piles à 10 et 12 pieds sous l'étiage.* 120

Observations sur la fondation de la troisième pile, qui est la deuxième faite avec caissons. Ibid.

Observations sur la fondation de la septième pile. 125

Vérification et résumé. 127, 128

ART. XXVIII. *Détail des ouvrages faits pour la fondation de la septième pile en présence de M. Peronnet, à 14 pieds 1 pouce de maçonnerie, sous l'étiage de 1755.* 129

ART. XXIX. *Seconde culée du côté de la ville, fondée sans batardeau, ni épuisement.* 133

ART. XXX. *Cintres, décintrement.* 137

ART. XXXI. *Procédé suivi dans la démolition des anciennes piles sous l'eau.* 139

ART. XXXII. *Courbure des arches du pont de Saumur.* Pag. 142
ART. XXXIII. *Tables calculées propres au tracé des arches surbaissées au tiers depuis 24 jusqu'à 100 pieds d'ouverture.* 143
ART. XXXIV. *Comparaison des deux méthodes employées pour fonder ce pont.* 147
ART. XXXV. *Accident arrivé à la onzième pile, par un défaut de surveillance.* 151
ART. XXXVI. *Expériences ou essais sur les effets de la percussion applicables au battage des pilots, suivant les procédés suivis à Saumur.* 154
Table des expériences faites pour connoître les pressions équivalentes à des percussions de différentes hauteurs 160
ART. XXXVII. *Expériences sur le battage des pieux.* 161
Description d'une sonnette à déclic. 165
Description d'une sonnette ordinaire disposée pour opérer avec un déclic. 167
Calculs et effets de la sonnette à déclic. 168
Première expérience du 2 juin 1759. 169
Deuxième expérience faite sur deux pieux seulement. 171
Suite des expériences. Table du battage des 116 pieux de fondation de la cinquième pile. 179
Résultat du battage des pieux de fondation. 183
Récapitulation des prix. 185
ART. XXXVIII. *Devis du pont de Saumur rédigé par M. de Voglio.* 187
Exposition du projet, page 187. Dimensions, 190. Culées, 191. Piles, 193. Arches, trottoirs, pavé, 194. Ouvrages aux frais du roi, 195. Murs perrés, 196. Ouvrages aux frais de la ville, pont de service, 197.

Batardeaux, 198. *Piles et culées*, 202. *Maçonnerie sur les plates-formes, cintres, voutes*, 207. *Cordons et parapets, pavé, etc. etc.* 213. *Détail des constructions*, 216. *Ouvrages aux frais de la ville*, 221. *Conditions.* 223

SECONDE SECTION.

PORT ET QUAI DE LA VILLE DE ROUEN.

ART. I. *Introduction.* 225
ART. II. *Exposition du projet.* 226
ART. III. *Moyens d'exécution.* 228
ART. IV. *Première opération.* 231
Avis de l'assemblée des Ponts et Chaussées sur les ouvrages du quai du port de Rouen. 236
ART. V. *Raccordement de la maçonnerie d'un caisson à l'autre.* 237

TROISIÈME SECTION.

PORT DU HAVRE.

ART. I. *Réparation de l'écluse du bassin.* 243
ART. II. *Radier.* 246
ART. III. *Bajoyers.* 248
ART. IV. *Ancien pont tournant de 6 pieds de large sur la grande écluse, de 40 pieds d'ouverture.* 250
Description du nouveau de 14 pieds de largeur. 251
ART. V. *Manœuvre du pont tournant.* 252
ART. VI. *Epreuve à laquelle ce pont a été soumis.* 254
ART. VII. *Résumé des opérations.* 255

ART. VIII. *Observations sur divers projets présentés au gouvernement pour l'amélioration du port du Hâvre.* 256
ART. IX. *Sur les changemens proposés par la ville.* 260
ART. X. *Projet à examiner.* 265
ART. XI. *Travaux à faire dans le chenal actuel.* 271
ART. XII. *Examen des sondes de la rade.* 275
ART. XIII. *Résumé.* 277

QUATRIÈME SECTION.

PORT DU TRÉPORT.

Écluse de chasse.

ART. I. *Description du port.* 281
ART. II. *De l'écluse et de ses dimensions.* 283
ART. III. *Son emplacement.* 285
ART. IV. *Dispositions pour sa construction.* 286
ART. V. *Observations sur cette écluse.* 288
ART. VI. *Situation du chenal, considérations sur le galet.* 290
ART. VII. *État de la dépense faite pour l'écluse en* 1778. 292
Retenue de 20,000 *toises cubes d'eau pour les chasses.* 296
Observations sur un projet général qui pourroit s'exécuter par la suite. 297

CINQUIÈME SECTION.

PONT TOURNANT.

ART. I. *Projet d'un pont tournant qui pourra s'établir à l'entrée de tous les bassins de* 36 *à* 56 *pieds d'ouverture.* 299

ART. II. *Description d'un pont tournant de 48 pieds.* 302
ART. III. *Dimensions détaillées du pont tournant projeté.* 305
Manœuvre de l'ouverture et de la fermeture de ce pont. 306
ART. IV. *Aperçu de la dépense.* Pag. 306
Extrait du détail estimatif d'un quart du pont. 307

SIXIÈME SECTION.

PONT DES ARTS.

Projet d'un pont à construire à Paris, entre le Pont-Neuf et celui des Tuileries, présenté au Conseil des Ponts et Chaussées, le 8 floréal an 9. 309
Estimation approchée du projet. 311
Détails de construction. 313

FIN DE LA TABLE DES ARTICLES.

LISTE

DES SOUSCRIPTEURS

DE CET OUVRAGE.

Ministère de l'intérieur, pour les Ponts et Chaussées, 30 exemplaires.

MM.

Abrial, élève Ingénieur des Ponts et Chaussées.
Advyné, Ingénieur en chef *idem*.
Albert, Ingénieur ordinaire *idem*.
Alibert, *idem*.
Alis-Desorangers, Ing. en chef *idem*.
Andréossy (F.), général de div. d'artillerie.
Andréossy fils, Ingénieur du canal des deux mers.
Ancelin, Ing. ordinaire des P. et Chaus.
Anciel, *idem*.
Arnauld, *idem*.
Arnold, *idem*.
Arnolley, *idem*.
Aubert (Jean-Claude), Ing. en chef *idem*. du département de l'Escaut.
Aubert (J.), Ingénieur en chef du département du Jura.
Ausquer, Ingénieur en chef.
Auzierre, directeur des travaux des canaux d'Aigmonte.
Bailly, Ing. ordinaire des P. et Chaussées.
Baltus, *idem*.
Barbot, Ing. en chef *idem*.
Bargeas, libraire à Limoges.

MM.

Barmont (Louis).
Basset, élève Ing. des P. et Chaussées.
Bastianelly, Architecte.
Baudot fils.
Bayard, Capitaine du Génie militaire.
Beauson, Ing. en chef des P. et Chaussées.
Becquey-Desourmeaux, Ing. ord. *idem*.
Becquey-Beaupré, Ing. en chef *idem*.
Belu, Ingénieur en chef *idem*.
Benoist fils, Ingénieur ordinaire *idem*.
Bergis-Malleville, *idem*.
Bernard-Davernes, maréchal de camp.
Berthelemy, Ing. en chef. des P. et Chaus.
Bertin, *idem*.
Bezin, Ing. des P. et Chaussées.
Bianchi-d'Adda, capit. du génie, italien.
Billoba, Ing. ord. des P. et Chaussées.
Billoin (Antoine), Ing. en chef *idem*.
Billoin fils, Ing. ordinaire *idem*.
Binet, entrepreneur de charpente.
Bizot, Colonel du génie militaire.
Blanchard, Ing. ord. des P. et Chaussées, 2 exemplaires.
Blanchet, Ing. en chef *idem*.
Blanvillain, Ing. en chef *idem*.

MM.

Blin, Ing. en chef des P. et Chaussées.
Boclet, Ingénieur géographe du dépôt de la guerre.
Boissonnade (Pierre-Jean), Ingénieur en chef, département de l'Aveyron.
Boissonnade, Ingénieur en chef, département de la Lozère.
Boistard, Ing. en chef des P. et Chaus.
Boizot, *idem*.
Borot, Ingénieur ordinaire *idem*.
Bouessel, Ingénieur en chef *idem*.
Boullenger, Ing. des P. et Chaussées.
Bouquet, Ing. ordinaire *idem*.
Bourin, Ingénieur en chef *idem*.
Bremontier, Inspecteur général *idem*.
Brice, Ing. des P. et Chaussées.
Brun, Ing. ordinaire *idem*.
Bruyere, Ingénieur en chef *idem*.
Burdelot, Ingénieur ordinaire *idem*.
Busson, Ingénieur en chef *idem*.
Cabaille, *idem*.
Cachin, directeur des travaux maritimes.
Cahouet, Ing. en chef des P. et Chaus.
Camille-Lebas, directeur du Journal des monumens et des arts, 2 exemplaires.
Carbon, Ing. des Ponts et Chaussées.
Carré-Wagniat, Ing. ordinaire *idem*.
Carron, Ingénieur en chef *idem*.
Catherinot, Ingénieur ordinaire *idem*.
Cavenne, Ing. ordin. des P. et Chaus.
Chabane, *idem*.
Chabord, Ing. *idem*.
Chantreau, *idem*.
Chantron, Ing. *idem*.
Charles, *idem*.
Chaubry, Ingénieur en chef *idem*.
Cherrier, *idem*.
Clairville, Ing. en chef des P. et Chaus.
Clausade, Ing. en chef *idem*., Directeur du canal des deux mers.
Costaup, chef de bataillon du génie italien.

MM.

Couchaud, capitaine du génie militaire, membre de la légion d'honneur.
Coudere père (Guillaume), Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.
Coudere (Jean-Baptiste), *idem*.
Coudere (Jean-Jacques), *idem*.
Cournon, Ingénieur en chef *idem*.
Courtalon, *idem*.
Courteau, Ing. ord. des P. et Chaussées.
Cretet, Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaus., 2 exemplaires.
Creton, employé au Jardin des Plantes.
Crozet, élève Ing. des Ponts et Chaus.
Dabadie, Directeur des fortifications, et du personnel du Génie militaire.
Dabrin, entrepreneur de charpente.
Daguin, officier retiré, à Langres.
Dallard, Ing. ord. des Ponts et Chaus.
Dalmas, conducteur principal des travaux du canal des deux mers.
Dastier, Ing. des Ponts et Chaussées.
Daudin, Ingénieur en chef *idem*.
Daugy, Ing. des Ponts et Chaussées.
Dausse, Inspecteur divisionnaire, *idem*.
Davasse, Ingénieur des Ponts et Chaus.
Debourge, *idem*.
Debout, élève de l'École Polytechnique.
Debrock, entrepreneur de travaux maritimes et Ponts et Chaussées.
Defougeres, Ing. en chef des P. et Chaus.
Degaros, *idem*.
Dehaye, Ingénieur ordinaire *idem*.
Delaistre, *idem*.
Delarbre (Guillaume).
Delbergue-Cormont, Ing. en chef des Ponts et Chaussées.
Delille, capitaine du Génie militaire.
Delorme, Ing. en chef des P. et Chaus.
Delsaux, Ingénieur *idem*.
Demarie, Ingénieur ordinaire *idem*.
Denis, de Tours.

MM.

Denoel, Ing. des Ponts et Chaussées.
Derancée, Ing. des Ponts et Chaussées.
Desailly, Ing. ordinaire *idem*.
Deschamps, Ingénieur en chef *idem*.
Descolins, *idem*, du départ. de l'Aube.
Descolins (J. M.), Ing. ordinaire *idem*.
Des Essars, *idem*.
Deslandes, Ing. des Ponts et Chaussées.
Denoyés, Ingénieur ordinaire *idem*.
Desperramons, Ingénieur *idem*.
Detaille, Ingénieur en chef *idem*.
Dethau, entrepreneur de maçonnerie.
D'Herbelot, Ing. en chef des Ponts et C.
Didier, *idem*.
Didiet, *idem*.
Dillon, *idem*.
Dincourt, *idem*.
Dode, sous-directeur des fortifications de Boulogne.
Donop, Ing. des Ponts et Chaussées.
Dor, élève Ingénieur, *idem*.
Dorotte, Ingénieur en chef *idem*.
Drappier, *idem*.
Duchanoy, Ing. des Ponts et Chaussées.
Duchemin, Inspecteur général *idem*.
Duchesne, Ingénieur en chef *idem*.
Duhamel (O. B.), apothicaire à Lille.
Duparc, Ingénieur des travaux maritimes à Cherbourg.
Dupeirat, Ing. ord. des Ponts et Chaus.
Duplessis, *idem*.
Duranson, *idem*.
Dutens, Ing. des Ponts et Chaussées.
Duvaux, *idem*.
Duvivier, Ing. en chef *idem*.
Dyngler, Ingénieur en chef *idem*.
Egault, élève Ingénieur *idem*.
Eisenman, Ingénieur professeur.
Emon, l'aîné, Capitaine du Génie militaire attaché à la garde impériale.
Emon (J. B.), Capit. du Génie militaire.

MM.

Emon (Victor), *idem*.
Eudel, Ingénieur des Ponts et Chaussées.
Eun, pour l'Ecole impériale du génie à Metz, 2 exemplaires.
Eustache, Ing. des travaux maritimes de Cherbourg.
Fas (St.), Ing. en chef des P. et C., membre de plusieurs Sociétés académiques de France et étrangères.
Fabre, Ing. en chef des Ponts et Chaus.
Féral, Ing. des Ponts et Chaussées.
Ferregeau, Ing. en chef, directeur des travaux maritimes.
Fillietre, Ing. des Ponts et Chaussées.
Fontenay, *idem*.
Fontoin, *idem*.
Foucauld, élève Ingénieur *idem*.
Foucherot, Ing. des Ponts et Chaussées.
Fournier, Ingénieur ordinaire *idem*.
Fraumont, *idem*.
Freminville, Ing. des Ponts et Chaussées.
Frignet, *idem*.
Gagneur, Ingénieur en chef *idem*.
Garella, Ing. des Ponts et Chaussées.
Gaschon, Ingénieur ordinaire *idem*.
Gautarel, Ing. en chef.
Gauthey, Inspecteur général *idem*.
Géligny, Ing. des Ponts et Chaussées et ports maritimes.
Geoffroy, père et fils, Ing. des P. et C. et du canal des deux mers, 2 exemplaires.
Georget, Ing. en chef des P. et Chaussées.
Gignoux, entrepreneur de charpente des Ponts et Chaussées.
Gilly, Architecte de S. M. le roi de Prusse.
Girard, Ing. en chef des P. et Chaussées.
Girardeau, Ing. des Ponts et Chaussées.
Gombert, *idem*.
Gouilly, *idem*.
Goury aîné (G.), *idem*.
Goury (Jean-Sébastien), *idem*.

MM.

Grandclas, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Grangent, Ing. en chef, *idem.*
Grangez, Ing. des Ponts et Chaussées.
Gravier, libraire à Gènes.
Grefinet (Saint-Maurice), Ing. en chef des Ponts et Chaussées.
Grulet, Ing. des Ponts et Chaussées.
Guignard, entrepreneur des Ponts et C.
Guillemot, Ing. des Ponts et Chaussées.
Hageau, *idem.*
Havet, Ingénieur en chef *idem.*
Hébert, Ingénieur ordinaire *idem.*
Hémery, Ing. des Ponts et Chaussées.
Hesse, *idem.*
Hillou, *idem.*
Houssin, *idem.*
Hubert, Ingénieur ordinaire *idem.*
Huibratte, Ing. des Ponts et Chaussées.
Hurtaut, Inspecteur des bâtimens du palais impérial des Tuileries.
Hurtrelle, Ingénieur des P. et Chaussées.
Husson, *idem.*
Janot, Ing. ordinaire *idem.*
Janson, *idem.*
Jobert (J. C.), Ing. des Ponts et Chaus.
Jolivet (J. M.).
Jolly, Ingénieur ordinaire *idem.*
Kastener, Ingénieur en chef *idem.*
Kmaingant, élève Ing. des P. et Chaussées.
Laborde, entrepreneur des fortifications militaires.
Labretonnière, Ing. en chef des P. et C.
Lachaulme, Ing. des Ponts et Chaussées.
Lacoste, chef de bataillon du Génie milit.
Lallié, Ing. en chef des Ponts et Chaus.
Lamandé père, Inspecteur général *idem.*
Lamandé fils, Ing. des Ponts et Chaussées.
Lamarre, Ingénieur en chef *idem.*
Lapeyre, *idem.*
Laramé-Pertinchampt, Ing. des P. et C.

MM.

Latrey père, Ingénieur, chef des travaux maritimes de Cherbourg.
Launay.
Leblond, entrepreneur des Ponts et Chaus.
Lebrun (Auguste), Ing. en chef des P. et C.
Lebrun (J. J.), *idem.*
Lebourgeois, *idem.*
Leclerc-Labouvée, *idem.*
Leclerc jeune, *idem.*
L'Ecluse, entrepreneur des Ponts et C.
Lecor, Ing. des Ponts et Chaussées.
Lecreulx, Inspecteur général *idem.*
Ledur, Ingénieur ordinaire *idem.*
Lefebvre, Inspecteur général *idem.*
Lefranc, Ing. des Ponts et Chaussées.
Lejolivet, *idem.*
Lemasson, Ingénieur en chef *idem.*
Lepère, Ingénieur en chef, et inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées.
Leroy, Ingénieur ordinaire *idem.*
Leroy, *idem.*
Lesage (P. C.), Ingénieur en chef, et Inspecteur de l'Ecole des Ponts et Chaus.
Lesage (J. M.), Ing. en chef des P. et C.
Lescaille, *idem.*
Letertre, Ing. des Ponts et Chaussées.
Levaillant de Bovent, Ing. ord. *idem.*
Léveillé, *idem.*
Liborelle (Charles), Ing. des P. et C.
Lingée, Ingénieur en chef *idem.*
Limay, Ingénieur ordinaire *idem.*
Livache-Duplan, *idem.*
Mabille, chef de bataillon de Génie milit.
Macdonald, aide-de-camp du général Trivetry.
Maffre, Ing. ord. des P. et Chaussées.
Magnès, *idem.*
Maignat, *idem.*
Maillard, Ingénieur en chef *idem.*
Maillet, *idem.*
Mallet (C. F.), Ing. des Ponts et C.

MM.

Mallet, capitaine du génie militaire.
Mangin (E. M.), ex-agent des hypothèques.
Mangin (J. N.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Marandat, Ing. des Ponts et Chaussées.
Marchant, Ing. ord. des P. et Chaus.
Mariés, *idem*.
Martin (P. D.), Ing. ord. des P. et C.
Martin (Richard), *idem*.
Martin (Antoine-Alexandre), *idem*.
Martret-Préville, *idem*.
Massonet, conducteur du pavé de Paris.
Mathis, épinglier.
Mazières (J. J.), Ing. des P. et Chaus.
Mercadier, Ing. en chef *idem*.
Meschini, Ingénieur ordinaire *idem*.
Mesnard, *idem*.
Messier, *idem*.
Michaux, élève Ingénieur *idem*.
Moisset, Ingénieur en chef *idem*.
Mongenet, *idem*.
Montluisant, élève Ingénieur *idem*.
Morel, chef du génie milit. à Abbeville.
Mossère, Ing. ord. des Ponts et Chaus.
Nazeret, *idem*.
Obrien, élève Ing. *idem*.
Ofarel, Ingénieur en chef *idem*.
Ofarel (F.-Alexandre) *idem*.
Olivier-Duvancelle, Ing. des P. et C.
Oreilly (B.).
Orfray, ancien entrepreneur des P. et C.
Paschoud, libraire à Genève.
Pasquet-Desalaignac, directeur du génie militaire.
Pattu, Ing. des Ponts et Chaussées.
Pauly, Ingénieur ordinaire *idem*.
Peccarrère, Ing. des Ponts et Chaussées.
Pellago, charpentier.
Perchelocne, Ing. en chef des P. et C.
Perronnet (Pierre).

MM.

Petrucy, Ing. en chef des Ponts et C.
Pic, Ing. des Ponts et Chaussées.
Pichot, Ingénieur en chef *idem*.
Pichon (père), Ingénieur géographe.
Pierret, Ing. des Ponts et Chaussées.
Pigeon, Ingénieur géographe du dépôt de la guerre.
Pihet, Ing. ord. des Ponts et Chaussées.
Pin, *idem*.
Pioche, Ing. en chef *idem*.
Piou, père (Jacques), *idem*.
Piou fils (J. F.), Ing. des Ponts et Chaus.
Pironneau, Ing. ord. *idem*.
Pitrou, Ing. en chef des P. et Chaussées.
Plancade, Ing. des Ponts et Chaussées.
Plongeur, Ingénieur en chef *idem*.
Poirtevin, Ingénieur ordinaire *idem*
Potel, élève Ingénieur *idem*.
Potiez, Ingénieur des Ponts et Chaussées.
Pouzols, *idem*.
Prevost, entrepreneur des Ponts et Chaus.
Prony, Directeur de l'Ecole des P. et C.
Quesnel, Ing. ord. des Ponts et Chaus.
Quevanne, Ingénieur en chef *idem*.
Quilhet, Ingénieur ordinaire *idem*.
Raffeneau, Ing. des P. et C.
Rastel, serrurier.
Ratoin, Ing. ord. des Ponts et Chaus.
Rauch, Ing. des Ponts et Chaussées.
Regnard, Ingénieur en chef *idem*.
Régnier, *idem*.
Relcile, Ing. des Ponts et Chaussées.
Remillat, Ing. en chef *idem*.
Richer, Ingénieur ordinaire *idem*.
Robin, *idem*.
Rolland, Inspecteur général *idem*.
Rondouin, Ingénieur en chef, *idem*.
Rouan, Ing. des Ponts et Chaussées.
Roussel, Ing. ord. *idem*.
Roussigné, Ingénieur en chef *idem*.
Rouyer, Ing. ord. des Ponts et Chaus.

MM.

Roze, Ing. des Ponts et Chaussées.
Sambuci, *idem*.
Samoual de la Ragotière, *idem*.
Saussine, Ingénieur en chef *idem*.
Schilmans, Cap. du génie milit., sous-chef au bureau du matériel.
Sénéchal, entrepreneur de travaux maritimes du Hâvre, 2 exemplaires.
Seneremont, Directeur des fortifications et du matériel du génie.
Senesse, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.
Serres (J. S.), *idem*,
Sévenier, *idem*,
Soanzin, Inspecteur général *idem*.
Simonot-Vertenay, Ing. en chef *idem*,
Siret, Ing. ord. *idem*.
Souart, *idem*.
Spychet, conducteur principal des P. et C.

MM.

Stroz, Ing. des Ponts et Chaussées.
Sutil, Ing. en chef *idem*.
Tandel, Ing. des Ponts et Chaussées.
Tarbé, Ing. en chef *idem*, 2 exemplaires.
Teulère, *idem*.
Thierriat, Ingénieur ordinaire *idem*.
Tibord (G. F.), *idem*.
Tibord (C. F.), *idem*.
Treule, Architecte entrepr. à Colmar.
Trulton-Dumoussbau, Ing. ord. des Ponts et Chaussées.
Trouille, *idem*.
Vallou-Boisroger, *idem*.
Vauthier, élève Ingénieur *idem*.
Vauvilliers, *idem*.
Vigor, Ingénieur en chef *idem*.
Vinat, *idem*.
Vincent, Ingénieur ord. *idem*.
Vlriot (Montfeu), Ing. en chef *idem*,

DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

On a proposé, depuis plusieurs années, diverses méthodes à suivre pour les fondations des édifices dans l'eau. Un grand nombre porte le caractère d'une théorie très-ingénieuse, mais laisse toujours désirer qu'une pratique heureuse en consacre l'utilité; d'autres, purement systématiques, ne sont basées que sur des hypothèses, et permettent au moins le doute, si même elles ne commandent pas la défiance. Ici j'expose les résultats de l'expérience, et en présentant l'histoire de différentes entreprises, couronnées par des succès publiquement obtenus, j'écarterai du récit des faits, avec une égale attention, la réticence et l'exagération; j'avouerai même les fautes inévitablement commises dans l'exécution de grands travaux qui n'avoient point eu de modèle.

Mon but, en publiant cet ouvrage, est de contribuer, autant qu'il m'est possible, à reculer les bornes de l'art. Si, en offrant à mes concitoyens le fruit de plus de cinquante années d'étude et de travail, j'ai le bonheur de mettre le génie des artistes sur la voie des découvertes utiles, j'aurai encore bien mérité de ma patrie, et il me sera doux d'achever ma carrière en pensant qu'on pourra

sol, soit dans l'imprévoyance du degré de dessication des mortiers, dont les effets sont encore un mystère pour la théorie.

Quels sont donc les moyens de les préserver efficacement, car nous pouvons tous remarquer que les calculs qui nous servent de guides pour fixer les dimensions statiques des grands édifices nous laissent encore des doutes sur leur solidité, il faut l'avouer, il n'y a que les leçons de l'expérience qui puissent rectifier les calculs hypothétiques de la théorie, et nous rassurer sur la durée des monumens que nous construisons.

Dans la conduite de plusieurs travaux de ce genre qui m'ont été confiés, j'ai cherché, découvert et employé des procédés nouveaux, dont je publie les développemens avec la juste confiance que m'inspirent des succès bien prouvés.

J'expliquerai l'usage que j'ai fait de deux nouvelles méthodes de fonder qui n'avoient point encore été employées en France; celle des caissons pour la fondation du pont de Saumur, et celle des caisses coniques qui, étant remplies de pierres, formoient chacune un cône tronqué du poids de 96 millions, cônes dont j'ai conçu l'idée pour couvrir la rade de Cherbourg. Devois-je m'attendre que l'accueil favorable qui fut fait à ce projet par la nation presque entière, deviendroit pour moi la cause d'une foule d'inimitiés beaucoup trop funestes, puisque ce n'est pas ma personne, mais l'intérêt national qu'elles ont sacrifié?

L'exécution de mon projet étoit, sans contredit, la plus grande entreprise faite par le Gouvernement français depuis les immenses travaux de Dunkerque; elle avoit fortement attiré l'attention de l'Angleterre, et je puis affirmer que plusieurs personnes distinguées de cette nation justement célèbre, après en avoir pris une connoissance approfondie, en ont jugé l'exécution aussi possible qu'elle l'avoit paru à divers membres très-instruits de l'Académie des sciences, et ne calmoient les inquiétudes que leur causoient ces travaux qu'en comptant sur l'inconstance qu'elles nous reprochoient. Qu'on pardonne cette réflexion, non pas à la ridicule vanité d'un auteur mécontent, mais au regret d'un citoyen à qui de fâcheuses circonstances n'ont pas permis de devenir aussi utile qu'il auroit pu l'être. On verra, toutefois, que ce pénible sentiment n'a jamais produit chez moi le découragement; on verra que j'ai, au contraire, employé plus d'activité et de zèle à rechercher les moyens propres à accélérer ce travail, et à provoquer le concours d'un grand nombre de coopérateurs de diverses corporations.

Forcé d'abandonner ces idées utiles, j'en ai conçu de nouvelles, qui ont obtenu l'approbation du Ministre de la marine, celle de deux membres de l'ancienne Académie des sciences, à qui je les avois d'abord soumises, et dont les avis ont été strictement suivis.

Avant d'entrer dans les détails des travaux dont je vais rendre compte, il est, je crois utile de présenter ici les

réflexions, sur lesquelles j'ai basé ma conduite dans toutes les opérations dont j'ai été chargé, et le tableau analytique des diverses parties de cet ouvrage. Ces réflexions et ce tableau me semblent devoir en former naturellement l'introduction.

INTRODUCTION.

Réflexions sur l'administration des travaux publics.

Lorsque M. Trudaine, Intendant des finances et du commerce, fut chargé par le Gouvernement, en 1736, de la direction des Ponts et Chaussées, et dans la suite des ports du commerce maritime, les Ingénieurs de cette partie étoient encore éloignés des connoissances qu'ils ont acquises depuis.

Cet ordonnateur trouva à son début, non-seulement une infinité de routes, de canaux et de communications à ouvrir, mais encore plusieurs grands ponts à reconstruire, tels que celui de Moulins, qui à peine commencé à être voûté, en 1710, avoit été emporté par une crue extraordinaire des eaux de la rivière de l'Allier; l'ancien pont d'Orléans, ceux d'Amboise, de Tours, de Saumur et les ponts de Cé; de grands travaux hydrauliques à faire pour contenir dans leurs lits ordinaires les rivières de la Loire, de l'Allier, du Cher, et enfin, de grandes communications à ouvrir dans les montagnes des Alpes, des hautes et basses Pyrénées, jusqu'alors impraticables.

Il manquoit peut-être au génie de ce magistrat éclairé de réunir à ses grandes ressources en administration plus d'exercice dans la connoissance des arts, qu'il n'avoit pas sans doute été à portée de cultiver; ces secours lui auroient été alors d'une grande utilité, non seulement pour rendre clairement ses idées, mais pour juger du mérite de celles qu'on pouvoit lui présenter. Obligé de recourir pour la partie de l'art à des conseils, M. Trudaine ne put d'abord se prémunir contre les intrigans qui cherchent toujours à circonvenir les Ministres : des génies médiocres qui avoient besoin de son appui, saisirent pour lui complaire l'apparence de l'économie, qu'il recommandoit avec raison dans toutes les parties de son administration; aussi plusieurs Ingénieurs ont tellement outré ce système d'une ruineuse parcimonie, que des monumens qui devoient durer autant que le monde, ont atteint, presqu'en s'élevant, le terme de leur durée.

Cependant, par une application infiniment laborieuse, par l'expérience et par son jugement naturel, M. Trudaine est parvenu à distinguer les personnes qui pouvoient mériter sa confiance. Celle qu'il accorda aux célèbres Ingénieurs Hupeau, Pitron, Regemorte, Peronnet et de Voglio, a pleinement justifié la sagacité de ce grand administrateur. Enfin, il a joui de toute la satisfaction qu'il avoit droit d'attendre, par la formation de l'École des Ponts et Chaussées, dirigée d'abord par M. Peronnet, secondé de M. de Chezy, Ingénieur d'une grande distinction.

La rapidité des progrès en tous genres, dont cet établissement a bientôt donné l'exemple, l'a rendu, en moins de dix ans, un modèle d'enseignement distingué, que la France, après en avoir profité la première, a offert ensuite à l'imitation des puissances étrangères.

Son fils, M. Trudaine de Montigny, beaucoup plus exercé dans les sciences abstraites, donna à cet établissement toute la perfection dont il étoit susceptible, et c'est dans cette école qu'on peut trouver à côté de la plus lumineuse théorie, les résultats de l'expérience, les moyens d'application des principes de la véritable économie dans la direction des travaux publics, et la connoissance des nombreux édifices exécutés depuis plus de soixante ans par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Avant cette époque, l'historique des anciennes constructions hydrauliques ne nous présentoit que des procédés aussi hasardés qu'incertains; ce n'est qu'aux grands maîtres que je viens de citer, que nous sommes redevables de l'abandon d'une partie des anciennes routines dans la construction des ponts, et même dans d'autres travaux hydrauliques; mais tous leurs contemporains sont convaincus, que ce n'est pas sans avoir éprouvé les plus grandes contrariétés qu'ils y sont parvenus.

J'ai été souvent témoin de la fixité de leurs opinions, et de la fermeté avec laquelle ils assuroient les Ministres qu'une économie mal-entendue devient une faute capitale en administration, puisqu'elle compromet les fonds

publics et le succès des travaux; que ce n'est que dans la durée des monumens que l'on trouve la véritable économie, la grandeur nationale, le caractère et le génie qui les ont conçus et exécutés.

TABLEAU ANALYTIQUE

Des diverses parties de cet ouvrage.

PREMIÈRE PARTIE.

PREMIÈRE SECTION.

Pont de Saumur.

Cette partie contient la description des ouvrages qui ont été commencés en 1757, et pour la première fois en France, par M. de Voglio, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et par moi, pour fonder les grands ponts de maçonnerie sans batardeaux ni épuisemens, en suivant à peu près la méthode dont Labeyly, Ingénieur Suisse, au service des Anglais, avait fait usage pour fonder le pont de Westminster, en 1738.

Obligé de supprimer les batardeaux et les épuisemens ordinaires par l'inconvénient du flux de la mer, qui s'élève de 23 pieds dans la Tamise, pendant les marées d'équinoxe, Labeyly imagina des caissons flottans de 16 pieds de hauteur seulement, dans lesquels il construisit les piles et les culées de son pont; mais il se vit forcé, par le peu d'élévation des bords, de laisser remplir ces caisses pen-

dant les hautes mers, d'abandonner le travail de la maçonnerie et de pratiquer des vannes pour les vider, ou de les épuiser ensuite, afin de pouvoir continuer la bâtisse. On ne peut disconvenir que ce procédé exposant la nouvelle maçonnerie à être délavée par la mer, elle devoit perdre la majeure partie de sa consistance, et que les mortiers devenoient presque nuls.

Cet Ingénieur ayant jugé le lit de la Tamise assez solide par les sondes qu'il fit dans le terrain, et qu'il poussa jusqu'à 14 pieds de profondeur, crut pouvoir y faire échouer ses caissons avec confiance. Il se détermina en conséquence à faire un simple régalement du terrain qu'il disposa à peu près de niveau jusqu'à 5 pieds au-dessous des plus basses eaux, et seulement dans une superficie de 2,400 pieds carrés, égale à la base de chaque caisson. On ignore les procédés dont il fit usage pour opérer le déblai, et préserver cette fouille des alluvions occasionnées par la mer et la Tamise.

Mais tous les Ingénieurs blâmèrent cette sécurité, et avec d'autant plus de raison, que la maçonnerie de son pont présentoit d'abord une masse très-considérable qui pouvoit comprimer la première couche de gravier, et produire un tassement dangereux, tel, en effet, qu'il s'est manifesté dans la suite par l'affaissement d'une des piles, sous laquelle le gravier a consenti, ce qui a occasionné de vives inquiétudes, même après la réparation des deux voûtes adjacentes.

A Saumur, nous rencontrâmes des difficultés d'un autre genre, et plus inquiétantes que celles du flux de la mer. Le lit de la rivière de Loire composé de sable fin et de couches de gravier de diverses épaisseurs, depuis 10 jusqu'à 25 pieds au-dessous des plus basses eaux, présentoit un sol des plus incertains, infiniment varié, et sur lequel il étoit difficile, sans les plus grandes précautions, d'obtenir toute la solidité convenable pour soutenir pendant des siècles, un poids évalué à plus de 106 millions, distribué seulement sur treize points d'appui; opération d'autant plus délicate, que nous avions sous les yeux l'exemple effrayant de l'ancien pont de pierre construit sur treize piles qui se trouvoient toutes affouillées et renversées les unes sur les autres.

On fit d'abord, et on multiplia avec persévérance, des tentatives pour fonder, suivant la méthode ordinaire, la première culée et la première pile du nouveau pont; mais malgré les épuisemens exécutés avec quarante-cinq pompes à chapelets, servies par six cents soldats, les eaux de la Loire se soutenant toujours à 6 et 8 pieds au-dessus de l'étiage, il fut reconnu, d'après cette expérience, qu'un pareil terrain ne permettroit jamais de construire des batardeaux assez étanches pour faire des épuisemens avec succès (1).

---

(1) Il n'a donc pas été possible de se conformer dans l'exécutiou des travaux au devis qui en avoit été rédigé : mais sa clarté, sa simplicité pouvant

L'Ingénieur en chef avoit l'intention de descendre les fondations du nouveau pont jusqu'au dessous des plus grands affouillemens, et d'annuller, par ce moyen, les causes de la destruction de l'ancien pont; pour remplir cet important objet, et éclairés par notre première expérience, nous nous sommes décidés à abandonner l'usage ordinaire des batardeaux, et à adopter la méthode de Labeyly, en cherchant à la perfectionner.

Quant aux moyens d'assurer la stabilité d'un terrain composé de couches de différentes natures, nous ne balançâmes point à suivre le procédé généralement adopté depuis long-temps, de fonder sur pilotis. Cette méthode nous parut la plus certaine pour obtenir une résistance proportionnée à la masse du pont, et pour prévenir le danger des affouillemens que les grandes crues pourroient occasionner.

Après nous être arrêtés à cette idée, nous avions encore à trouver la manière d'employer une scie avec laquelle on recepât les pieux parfaitement de niveau à une profondeur quelconque, au-dessous des plus basses eaux, et qui pût manœuvrer lors même de leur plus grande élévation, excepté toutefois pendant les inondations qui, dans tous les cas, interromproient le travail.

Ces inondations peuvent heureusement se prévoir dans

---

le faire servir de modèle, j'ai cru ne pas devoir le supprimer, et on le trouvera à la fin de la première section.

la Loire, car elles sont périodiques, même dans les belles saisons, étant occasionnées par la fonte des neiges des montagnes de l'Auvergne, exposées au midi.

Les crues de l'hiver sont, comme par-tout ailleurs, un effet de la fonte des glaces et des débâcles des quatre grandes rivières, qui se réunissent à trois lieues au-dessus de Saumur, et produisent des crues de 20 à 23 pieds d'élévation. La grande vitesse que ces crues donnent au cours de la rivière les rendoit aussi inquiétantes pour nous que l'étoient pour l'Ingénieur Labeyly (1) les marées de Syzygies auxquelles il avoit à résister dans la Tamise. Il falloit donc prévoir les suites de ces événemens qui pouvoient nous opposer de grands obstacles. En même temps que nous voulions perfectionner la méthode des caissons, nous devions nous occuper des moyens de fonder avec la plus grande solidité, principalement de maintenir la maçonnerie toujours à sec pendant sa construction, et même pendant plusieurs mois, avant de l'abandonner aux eaux.

Enfin, pour connoître avec plus de certitude les effets des grandes inondations des rivières affluentes, non-seulement au-dessus du nouveau pont, mais encore au-dessous,

(1) Nous avons toujours ignoré les moyens dont Labeyly avoit fait usage pour mettre de niveau le terrain avant d'y échouer ses caissons; mais, ce qu'on ignore pas, c'est qu'après la construction totale du pont de Westminster, une des piles ayant tassé de douze pouces dans un temps très-court, il fut obligé de démolir les deux arches contiguës et de les reconstruire.

il fut pris douze profils de la largeur totale de la Loire, dans la distance de soixante lieues de longueur, depuis Orléans jusqu'au pont de Cé : on en trouvera, à la suite de cette première partie, les résultats qui paroîtront sans doute intéressans aux Ingénieurs qui s'occupent de l'hydraulique.

SECONDE SECTION.

Murs de quai de la ville de Rouen.

La méthode des caissons, et particulièrement l'usage de la machine à receper les pieux dans l'eau, m'étoient devenus si familiers, que je m'en suis servi avec succès en 1777 pour la fondation de cent dix toises de longueur du mur de quai de la ville de Rouen. Il étoit question d'avancer une partie du port de cent vingt pieds dans la rivière de Seine, où la profondeur des eaux étoit, pendant les marées d'équinoxe, de 40 à 45 pieds; il falloit aussi se mettre à l'abri du courant de la rivière et du reflux de la mer.

J'ai employé, pour la construction de cette longueur de mur de quai, sept caissons ayant chacun 1056 pieds superficiels de base, disposés suivant les procédés adoptés pour le pont de Saumur.

Il me restoit cependant, dans la nouvelle application de cette méthode, une expérience à faire; c'étoit la jonction des caissons à la suite les uns des autres, avec le rac-

cordement de la maçonnerie par assises horizontales, et cette réunion exigeoit une disposition particulière pour que les assises de la maçonnerie ne fussent interrompues que par de petits arceaux pratiqués au niveau des basses eaux.

Comme les pieux, relativement à la grande profondeur d'eau, avoient 14 et 15 pouces de grosseur réduite, j'ai été obligé de donner plus d'extension au jeu de cette seconde machine à scier qu'à la première, afin qu'elle pût opérer avec plus de facilité et de précision qu'à Saumur, où les pilots du pont n'avoient que 10 à 12 pouces de grosseur.

Plusieurs de ces pieux ayant 40 à 50 pieds de longueur, cuboient jusqu'à 60 pieds, et leur poids d'environ 3,800 livres exigeoit des soins particuliers et une manœuvre bien combinée, pour pouvoir se mettre en fiche, et surmonter toute la force du fluide qui tendoit toujours à leur faire prendre une situation horizontale, malgré la pésanteur du fer de leurs sabots.

Je me suis déterminé en conséquence à former un premier remblai de 24 pieds de hauteur, composé de marne mêlée de quelques parties de silex, que ces pieux pouvoient déranger et pénétrer facilement avant de toucher au vieux fond du terrain naturel, dans lequel ils devoient prendre leur dernière fiche, par le refus d'un mouton de 1,200 livres; ensuite ce même remblai étoit surchargé jusqu'à la hauteur où les pieux devoient recevoir la plate-forme des

caissons, en ménageant cependant un petit espace vide pour le jeu de la machine à receper.

Cette seconde section sera terminée par un résumé de l'emploi des huit caissons échoués sur des pilots battus au refus, et recepés de niveau, sans le secours des batardeaux et des épuisemens.

TROISIÈME SECTION.

Port du Hâvre.

Une décision du conseil d'État et des Ministres des finances et de la marine, en date du mois de juin 1776, confia pour la première fois aux Ingénieurs des Ponts et Chaussées la direction des travaux hydrauliques du port du Hâvre : je fus, en conséquence, chargé de la réparation d'une partie de la grande écluse de l'ancien bassin de ce port, laquelle avoit été emportée par une surcharge de l'eau de la retenue, sur des portes nouvellement posées. Il est très-important pour les Ingénieurs qui s'appliquent aux travaux hydrauliques, de connoître les causes et les effets de cet événement.

Après cette première opération, j'en fis une autre qui n'est pas, il est vrai, un ouvrage hydraulique, mais qui n'en paroîtra pas moins intéressante. Je fis construire un pont tournant avec deux volées, ayant chacune 40 pieds de longueur : il fut établi sur cette même écluse et disposé pour le passage des plus grosses voitures. On verra que la

solidité en a été éprouvée dans une circonstance extraordinaire: ce fut au moment où l'on fit sortir de la citadelle du Hâvre et que l'on y fit ensuite rentrer toute l'artillerie nécessaire à l'armée rassemblée, en 1778, pour la descente projetée sur les côtes d'Angleterre.

A ces deux constructions succéda la rédaction des projets qui me furent demandés pour l'amélioration du port du Hâvre. Je m'occupai principalement de l'ouverture d'un nouveau chenal du côté de l'Est. L'entrée actuelle, de l'avis des marins les plus éclairés, est dans une position très-défavorable pour les divers mouvemens des navires. Le projet que je présentai a des rapports parfaits avec tous les ouvrages qu'on a exécutés depuis, et qui sont encore en activité.

QUATRIÈME SECTION.

Le Tréport.

Dans les mêmes années 1777 et 1778, j'ai fait exécuter l'écluse de chasse du Tréport. Elle a été fondée dans un caisson de 2,370 pieds carrés de base. Elle est composée seulement de deux passages, chacun de 21 pieds, séparés par une pile de 6 pieds d'épaisseur: les deux bajoyers ont 15 pieds; mais comme la hauteur des eaux de la retenue pouvoit être de 10 pieds, la section des chasses, déduction faite de l'épaisseur des portes, se trouve communément de 400 pieds carrés:

on verra les différentes causes qui concourent à en rendre l'effet considérable.

Quant à la préparation du terrain sur lequel il falloit asseoir le fond du caisson, elle présentoit plusieurs difficultés, soit par la situation du local, soit par la position que j'ai été forcé de prendre afin d'obtenir une direction plus avantageuse pour l'effet des chasses, et pour parvenir à nettoyer complétement le chenal sur plus de 200 toises de longueur.

La moitié de l'emplacement sur lequel je devois m'établir, se trouvoit composé, d'un roc marneux, provenant de la base d'une falaise de 300 pieds de hauteur, et l'autre moitié de galet ou d'alluvions d'une très-grande épaisseur.

Il m'a fallu former d'abord un déblai dans le roc pour mettre cette première partie de niveau, trouver, pour la seconde, ensuite le moyen de contenir le galet par une enceinte de pieux jointifs battus avec la plus grande solidité, capables de résister à la charge de la retenue d'eau et à la violence du courant des chasses. Malheureusement, par des motifs d'une économie mal-entendue, j'ai été forcé de recevoir dans la retenue toute la rivière de Bresle, qui traverse la ville d'Eu, et qui n'a d'autre issue à la mer que le chenal du Tréport. Je ne saurois dissimuler que cette disposition m'a toujours causé de l'inquiétude pour l'avenir.

Au reste, j'ai trouvé dans l'exécution de cette écluse, par la méthode des caissons, le double avantage de

conserver à sec toute la maçonnerie pendant un an, et de la maintenir de niveau en la construisant, afin qu'au moment des basses eaux, le contact de la plate-forme du caisson n'éprouvât aucune commotion qui pût ébranler la maçonnerie. Le caisson s'est enfin fixé sur sa base avec un poids de 2,500,000 livres.

L'Ingénieur Lamblardie avoit également la conduite de cet ouvrage. Il étoit secondé par l'Ingénieur Barbot, qui joignoit à un mérite très-distingué la plus grande modestie. Il a été nommé depuis Ingénieur en chef du département du Nord.

CINQUIÈME SECTION.

Projet d'un nouveau pont tournant.

Cette section est destinée à l'exposition du projet d'un pont tournant qui pourra s'établir à l'entrée de tous les bassins qui auront depuis 36 jusqu'à 48, 50 et 56 pieds d'ouverture.

SIXIÈME SECTION.

Pont des Arts.

Je terminerai cette première partie par le projet du pont en fer dont j'ai proposé le placement en face du Louvre. On verra que le système de mes fermes est celui qui a été

suivi dans la construction de ce pont, le premier de ce genre qui ait été exécuté en France. Mon projet a subi quelques modifications, telles que la réduction du nombre des arches; mais le débouché est resté à peu près le même, les palées que je proposois ayant été remplacées par des piles en pierre.

SECONDE PARTIE.

PREMIÈRE SECTION.

Port de Dieppe.

Je me suis servi également de la méthode des caissons pour la construction de l'écluse de chasse du port de Dieppe en 1778 et 1779. Le but que j'avois à atteindre dans ce port, étoit d'y obtenir un moyen capable de repousser à la mer plus de 4,000 toises cubes de galet qu'elle y apportoit chaque année. J'avois donc besoin d'une masse d'eau dont la force et la rapidité pussent produire cet effet. J'estimai la chute à 18 pieds de hauteur dans les équinoxes. En conséquence, je composai l'écluse de trois portes tournantes, chacune de 14 pieds de largeur et produisant ensemble 42 pieds de passage, séparées par

deux piles de 6 pieds, avec deux bajoyers de 15 pieds d'épaisseur; le tout fut fondé à sec dans un caisson de 5,084 pieds carrés de base, et 14 pieds de hauteur de bord.

D'après un premier aperçu du poids total de cette écluse, que j'ai calculé en la supposant finie et chargée de 18 pieds de hauteur d'eau, j'ai trouvé 19 millions à répartir sur les 5,084 pieds carrés de la base du caisson, à la plate-forme duquel j'avois donné 18 pouces d'épaisseur, en bois de chêne de la meilleure qualité; ensuite cherchant quelle quantité de pilots je pouvois placer sur cette étendue en les espaçant convenablement, je trouvai qu'on ne pouvoit en mettre plus de 600 qui auroient présenté à peine à leur section 900 pieds carrés de contact; conséquemment chacun des 600 pilots auroit été chargé de 20 milliers environ, mais en laissant par leur espacement un porte-à-faux de 4,184 pieds carrés, sous la plate-forme.

La nature du terrain composé de galet ayant été reconnue d'une très-grande densité par des sondes faites avec précision jusqu'à 24 pieds, je fus certain qu'il auroit été impossible de descendre à cette profondeur 600 pieux espacés convenablement et soumis aux plus fortes percussions; il ne m'avoit pas échappé qu'en estimant, comme je l'ai fait ci-dessus, à 20 milliers la pression à supporter par chaque pilot, je n'avois fait qu'un calcul hypothétique; qu'en divisant la masse des 19 millions par les 5,084 pieds carrés de la plate-forme du caisson, la charge à supporter par chacun de ces pieds carrés ne seroit que

d'environ 3,740 livres au lieu de 20 milliers, que j'avois trouvés dans le premier calcul, en employant 600 pilots. J'ai doncpréféré faire porter la charge par tout le caisson, la densité du sol étant bien constatée.

Cependant, pour parer à tous les accidens, et pour obtenir la plus grande solidité possible, j'ai pensé qu'il étoit convenable d'envelopper tout le pourtour du caisson d'une file de pieux jointifs, armés de fer et battus au refus d'un mouton de 1,200 livres.

Pour m'assurer de la consistance du terrain que j'avois reconnu être à peu près homogène, sur 24 pieds de profondeur, et pour me préserver d'un tassement semblable à celui du pont de Westminster, établi sur une couche de galet de 14 pieds d'épaisseur, j'ai cru devoir examiner et comparer la masse du galet, qui devoit être comprimée, avec les 19 millions du poids de l'écluse. J'observai que le pied cube du galet pesant 130 livres, et chaque pied carré de la base étant chargé de 3,740 livres, ce poids devoit correspondre, dans le cas de l'équilibre, à une colonne de galet de 29 pieds de hauteur qui, multipliés par les 5,084 pieds carrés superficiels et par 130 livres poids du pied cube de galet, donnent effectivement 19 millions.

Peut-être m'auroit-on observé que ma couche de galet n'étant que de 24 pieds d'épaisseur, n'auroit offert, en suivant mes calculs, qu'un poids d'environ 16 millions, lequel diffère de 3 millions de celui de l'écluse.

Mais l'écluse ne pèse 19 millions que dans les momens

où elle est chargée de 18 pieds de hauteur d'eau, c'est-à-dire, deux heures sur vingt-quatre dans les jours des plus grandes marées; l'intérêt étant de profiter le plus promptement possible de l'élévation des eaux pour chasser, cette réflexion se joint naturellement à toutes celles qui m'ont inspiré la plus grande sécurité sur la résistance statique, dans le cas d'un changement de la nature du terrain au-dessous de 24 pieds de profondeur.

Les grandes vives eaux s'élevant de 24 pieds dans l'avant-port, et mon intention étant de descendre le fond du caisson à 6 pieds au-dessous de la laisse des basses mers, et sur une couche de 2 pieds d'épaisseur de glaise, je devois opérer mes déblais à 32 pieds au-dessous des plus hautes mers, sans avoir recours aux épuisemens qu'il étoit impossible d'entreprendre, eu égard à la hauteur du terrain sur lequel j'étois forcé de m'établir. Je m'enveloppai d'une digue de 26 pieds de hauteur, provenant de la fouille générale des déblais, pour me préserver des hautes mers; mais malgré ces précautions, les filtrations me donnoient encore dans ces momens 6 pieds d'eau au-dessus des basses mers ordinaires.

L'opération très-importante et nouvelle, qui me restoit à faire, étoit de mettre le terrain sur lequel je devois asseoir la plate-forme du caisson parfaitement de niveau, à 8 pieds au-dessous des plus basses eaux. Labeyly ayant gardé le silence sur le déblaiement horizontal des fondations du pont de Westminster, descendues à 5 pieds

au-dessous des eaux de la Tamise, l'Ingénieur Groignard n'ayant que très-imparfaitement décrit ses moyens pour établir de niveau à 30 pieds la base de sa forme de Toulon, je manquois d'exemple pour me diriger; il m'a donc fallu chercher, examiner et éprouver divers procédés.

L'Ingénieur Lamblardie, que j'avois chargé de la conduite de cet ouvrage, et qui m'a secondé avec autant de courage et de zèle que de talent, ayant descendu le draguage à la profondeur indiquée, au moyen d'un apontement exécuté parfaitement de niveau, et des machines que nous avions disposées pour attaquer et enlever le galet et les grosses bittes, après avoir reconnu par des sondes très-exactes que la marche des dragues avoit formé des sillons parallèles, imagina un moyen simple de renverser les parties les plus élevées de ces sillons, pour en former un premier plan horizontal; ensuite il me fit part d'un expédient que nous examinâmes ensemble et que j'adoptai sur-le-champ : il consistoit à faire usage de son ingénieuse trémie roulante, avec laquelle, et par superposition, nous reversâmes une couche de galet calibré et de même grosseur, sur toute la base des fondations, en formant un parfait niveau, réglé sur celui de l'apontement supérieur.

Au moyen de cette heureuse découverte, il n'y a plus de terrain susceptible d'être déblayé sous les eaux qui ne puisse être disposé très-horizontalement.

Cette méthode des caissons m'a procuré l'avantage de

construire et de maintenir à sec toute la maçonnerie de cette écluse pendant dix-huit mois, avant de la livrer aux eaux de la mer. Celui que j'y employai touchoit le terrain au moment des basses mers, se relevoit par l'effort des seules eaux de filtration, qui le soulevoient en pénétrant la masse du galet et suivant le mouvement des marées; enfin il ne s'est fixé qu'après avoir remplacé environ 76,388 pieds cubes d'eau de mer, évalués à un poids de 5,500,000 livres.

Cette écluse terminée étoit disposée pour soutenir, comme je l'ai dit, 18 pieds d'eau, d'après les dimensions que nous venons de voir : la section totale de son débouché étoit de 756 pieds carrés, et sa vitesse étoit incalculable, mais elle décroissoit suivant la loi des fluides et dans le rapport de l'abondance des eaux de la retenue.

Avant le jeu de cette écluse, la plus considérable que nous connoissions en France, il avoit été reconnu par plusieurs années d'expériences, qu'il entroit annuellement, comme je l'ai dit, dans le port de Dieppe, avec les marées montantes, plus de 4,000 toises cubes de galet : depuis, non seulement ce galet a été repoussé à la mer par des chasses, mais, de plus, le roc du fond du chenal se trouve entièrement découvert, et même plusieurs parties de marne sont très-affouillées.

Cette écluse n'est l'objet que d'une portion provisoire du projet que j'ai présenté à l'assemblée des Ponts et

Chaussées en 1776, pour l'amélioration du port de Dieppe: elle a tellement rempli tout l'effet qu'on en attendoit, qu'une partie des marins s'en contente et trouve le port en quelque sorte perfectionné. Cependant le plus grand nombre des négocians demande, avec raison, l'exécution de la nouvelle passe en face de l'écluse, et qui fait la seconde partie de mon projet. On étoit convaincu que, d'après son exécution, les navires de quatre-vingt à cent tonneaux pourroient entrer et sortir à chaque instant du jour. Il y a plus, c'est que la mer s'élevant jusqu'à 36 pieds dans les équinoxes, à la tête des nouvelles jetées, une circonstance impérieuse et pressante pourroit forcer le capitaine d'un vaisseau de guerre à relâcher dans le port de Dieppe, soit pour éviter une forte tempête, soit pour échapper à la poursuite d'une flotte ennemie : cette nouvelle passe exécutée, procureroit un refuge que nous n'avons point dans l'étendue de quatre-vingt lieues des côtes de la Manche.

D'après les accidens arrivés à l'écluse de Dieppe par les filtrations et autres causes qu'il étoit impossible de prévoir, je me suis occupé de moyens de réparation qui m'ont conduit à un nouveau système de portes flottantes pour les écluses de chasse, et dont plusieurs de mes collègues ont regardé l'exécution comme réunissant les plus grands avantages, tant pour la solidité que pour la facilité du jeu de ces portes, lequel s'opère absolument par la mer même.

SECONDE SECTION.

Travaux de la rade de Cherbourg.

Personne ne disconvient que, depuis l'exécution des anciens travaux de Dunkerque, le Gouvernement Français n'avoit entrepris aucun projet aussi vaste que celui de la rade de Cherbourg, où il s'agissoit, comme on l'a vu, de former un môle de 2,000 toises de longueur, porté à une lieue au large de la mer, dans une profondeur d'eau de 40 à 50 pieds.

Le Ministre de la Marine, qui m'honora de sa confiance, voulut bien me communiquer ses vues sur cette entreprise à la fin de 1781. Il me recommanda la plus grande célérité, et je ne tardai pas à lui présenter le plan d'une suite de cônes de 60 à 72 pieds de hauteur, placés base à base, dont le sommet excéderoit de 8 pieds les plus hautes mers d'équinoxe, et qui étant remplis chacun d'une masse de pierres du poids de 96 millions, pourroient résister aux plus grands efforts de la mer. Cette digue devoit former un espace capable de contenir cent vaisseaux de ligne, avec beaucoup de frégates et de bâtimens de transport, qui se trouveroient également tous à l'abri des coups de mer et de l'insulte de l'ennemi; mais la paix avec l'Angleterre n'étant pas encore ratifiée, il fallut observer le plus grand secret et différer l'exécution jusqu'à l'année

suivante. Cet ordre confidentiel m'empêcha de présenter mon projet à l'assemblée des Ponts et Chaussées.

Cependant, plus mon projet étoit vaste, plus le Ministre devoit user de précautions pour s'assurer que cette entreprise ne deviendroit pas imprudente. Il consulta donc de célèbres marins et deux membres de l'Académie des sciences : sur leur avis, il m'ordonna de faire une première expérience en grand à l'entrée du port du Hâvre. Le succès de cette première tentative, en 1782, fut tel, que le Gouvernement n'hésita pas à me donner l'ordre de commencer les travaux sur la rade de Cherbourg même.

Je me propose, dans le cours de cet ouvrage, de développer :

1°. Tous les détails des travaux que j'ai fait exécuter à cet effet, étant toujours secondé pendant neuf années par quatre Ingénieurs ordinaires des Ponts et Chaussées et deux élèves, depuis 1782 jusqu'au 15 juillet 1791, et ayant eu quelquefois plus de trois mille travailleurs à diriger.

2°. De présenter un résumé des travaux de la rade, d'où il résulte que, malgré les changemens considérables qui ont été faits à mon projet, et contre l'avis des divers membres composant les comités qui ont eu lieu à Cherbourg et à Paris, en prenant les choses telles qu'elles sont, la rade de Cherbourg peut contenir environ 30 à 40 vaisseaux de ligne et beaucoup de bâtimens de transport, qui seront malheureusement encore exposés aux coups

de mer, et médiocrement garantis des entreprises de l'ennemi, si les moyens que j'ai proposés, en 1791, pour remédier à ces inconvéniens, et qui, comme on le verra, avoient obtenu l'approbation de l'Assemblée nationale, ne sont point adoptés.

3°. De mettre également sous les yeux des lecteurs le résultat des dépenses faites par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

4°. De leur offrir un rapport fait à l'Assemblée nationale en 1792, par M. de Curt, député et membre du comité de la marine et des colonies, par lequel il demanda la perfection du môle, et l'achèvement du projet de la rade de Cherbourg. Quant à mon dernier projet pour l'exhaussement des digues avec un nouveau procédé pour transporter à la mer de gros blocs de pierre de trois à quatre milliers, afin de couvrir la partie supérieure des digues, où la pleine mer se fait sentir avec toute sa violence, je l'ai présenté au Ministre de la marine le 2 avril 1791. Il fut examiné par deux membres de l'Académie des sciences, et approuvé ensuite par la Convention nationale, qui, pour l'exécution du projet, accorda un fonds de 450,000 liv., destiné à faire une première épreuve, dont le succès a été certifié par les commissaires qu'elle a successivement envoyés à Cherbourg en 1793, 1794 et 1800.

Il résulteroit de l'exécution de mon dernier projet:

1°. Que l'on pourroit rectifier une grande partie des

fautes dans lesquelles des considérations de fausse économie ont entraîné des ordonnateurs supérieurs eux-mêmes.

2°. Qu'une augmentation d'espace rendroit la rade de Cherbourg capable de contenir cinquante-cinq vaisseaux de ligne du premier rang, parfaitement protégés contre les plus grands coups de mer venant du large, et absolument à l'abri de l'ennemi, ainsi que cinquante frégates au moins, et beaucoup de bâtimens de transport; au lieu que dans l'état actuel, cette rade ne contiendroit, comme je l'ai dit, que 35 à 40 vaisseaux de guerre, qu'elle laisseroit toujours exposés aux effets de la mer et à l'attaque de l'ennemi.

Du reste, je ne négligerai rien dans ce recueil pour faire connoître, par des détails intéressans, toutes les opérations de cette vaste entreprise qu'un grand nombre d'étrangers, et notamment des Ingénieurs anglais, ont admirée, et dont ils ont suivi, avec la plus grande exactitude, les manœuvres de construction, particulièrement toutes celles qui avoient le plus de rapports à la remorque et à l'immersion des caisses coniques. Ils n'ont pas même dissimulé leur inquiétude sur le succès de la première campagne, relativement à la proximité des côtes d'Angleterre qu'ils regardoient comme menacées; mais, lorsqu'ils ont vu substituer aux grandes masses que formoient les cônes, des digues construites en petites pierres, ils se sont permis de dire assez hautement, que l'inconstance

nationale, qu'ils nous supposent depuis long-temps, devoit tôt ou tard maîtriser toutes nos opérations (1).

---

(1) *Extrait des papiers anglais du premier novembre* 1787.

Un marin, qui sait combien Dunkerque, petit port distant de nos côtes d'environ quarante milles, a toujours été, est et doit toujours être une place de peu d'importance, comme port de mer, verra, sans doute, avec étonnement, l'ignorance grossière et impolitique de nos Ministres, qui ont si long-temps considéré ce hâvre comme un port de mer qui méritoit leur attention, au point d'y avoir fait résider, jusqu'à l'époque de la dernière guerre, un commissaire bien salarié, uniquement pour empêcher le Gouvernement français d'en tirer un parti que la nature de l'attérage rend aussi impossible qu'inutile d'entreprendre. Mais, Monsieur, j'oserai vous dire qu'il n'est pas un officier de la marine anglaise qui ne sache que si le port de Cherbourg, qui à peine a fixé l'attention, étoit une fois terminé, de manière à y recevoir quarante ou cinquante vaisseaux de ligne, il seroit à lui seul plus dangereux pour l'Angleterre que ne pourroit l'être un port comme celui de Dunkerque, quand même il y en auroit un à chaque lieue, d'un bout des côtes de France à l'autre. Je suis fâché de vous annoncer que les sortes de *pyramides*, qui

Nothing can appear more extraordinary in the eyes of a seaman who know what an insignificant place Dunkirk is, ever was, and ever must be as a harbour, than that this place, not forty miles from our coast, either from ignorance or Ministerial artifice for many years past, has been held forth as a matter of such importance, that even till of late, an english officer, whit a handsome salary resided on the spot to see that the French did not do that, which from the nature of its approach is impossible to be done. Now, sir, I will venture to say, that there is not an officer in the british havy, who does not know that if the harbour of Cherbourg, which till very lately has scarce been mentionned or thought of, is once compleated, so as to shelter forty or fifty men of war, it will become of more importance and prejudice to England, than if there was a Dunkirk at every league from one end to the other of France, and I am sorry to inform you, that the *pyramids*, which form the harbour, are not only founded but even raised above water. And although it will be some years before the whole is compleated, Cherbourg is already an

Il est de l'intérêt de la dignité nationale de prouver l'injustice et le peu de fondement de cette prédiction injurieuse. Il est digne d'un Gouvernement protecteur de la marine et du commerce d'opposer à ce reproche insultant de nos rivaux l'exécution non-interrompue d'un projet utile, tel que celui, par exemple, du 2 avril 1791, ou de tout autre plus avantageux, s'il est possible, pour le couronnement général de la totalité des digues. Toujours bien pénétré du tort grave résultant de l'abandon de mon premier projet, mais incapable de substituer à ce

---

forment l'enceinte de ce port, sont non-seulement fondées, mais même élevées au-dessus des eaux; et quoiqu'il faille plusieurs années pour achever tous ces travaux, Cherbourg ne laisse pas, en ce moment, de pouvoir servir d'asyle à une flotte, et d'être par conséquent un piège funeste pour le commerce britannique. En vous parlant de l'enceinte de ce port, je me suis servi du mot de *pyramides*, parce qu'on peut donner ce nom aux grandes masses de matériaux qu'on y a employés, relativement à leur forme et à leur solidité, chacune d'elles offrant 19,569 pieds carrés, et étant construites dans des caissons mis à flot sur cent onze futailles vides, que des hommes, placés sur la pyramide, retirent avec des cordes, lorsque les caissons sont coulés bas.

asylum for a fleet, and a web that will entangle the british trade in a manner not easily to be supported. I have made use of the word *pyramids*, for in fact such they are not only as to their solidity, but also their form. These pyramids are 19,569 feet square, and are formed by caissons floated upon a hundred and eleven casks, which men at the top draw up with ropes when the caissons are sunk.

regret véritablement civique, l'humeur coupable de l'amour-propre blessé, j'avois proposé d'employer à ce couronnement des blocs de granit de 3 à 4 milliers. Ces procédés ayant été suivis, l'expérience, suivant le rapport des commissaires des années 1793 et 1794, comme je l'ai dit, et de ceux envoyés par le Ministre de la marine en 1800, en a constaté le succès le plus heureux.

TROISIÈME SECTION.

Port du Becquet.

L'EMPLACEMENT du port du Becquet avoit été choisi par le Commandant de la marine, comme le plus favorable à l'embarcation des pierres et à leur transport à la mer. Sans doute, il lui eût été impossible de trouver un local plus vaste et plus commode; mais on ne peut dissimuler ni le désavantage de sa position au nord, ni les difficultés nombreuses de tous genres qu'il nous a fallu surmonter pour sa construction et son entretien depuis 1783 jusqu'en 1791. On peut dire que nous avons été en quelque sorte obligés de vaincre la nature. Ce n'est qu'après beaucoup de dépenses et les efforts du courage le plus soutenu, que nous sommes parvenus à le rendre capable de contenir jusqu'à quatre-vingt navires (chasses-marées), destinés au transport de la pierre et à son versement dans les cônes et sur les digues; cependant, ce travail très-pénible en lui-même, et plus que désagréable pour les

Ingénieurs qui l'ont dirigé, n'a pas été convenablement apprécié.

L'entrée de ce port de 100 pieds d'ouverture est située en plein nord, à la suite d'une grande jetée de 180 toises de longueur, de 15 toises d'épaisseur, avec un talus considérable, du côté du large. On la couvrit en outre d'une estacade en bois solidement exécutée et défendue, dans sa base extérieure, par des blocs de granit du poids de 2 à 3 milliers; le tout renfermant une superficie de 5,350 toises carrées. Il étoit donc bien permis à des Ingénieurs, même d'espérer qu'une construction de cette nature opposeroit une forte résistance aux efforts des vagues. Tous nos soins sont devenus inutiles; nous avons eu la douleur de voir cette masse de digue de plus de 54 millions de poids attaquée, percée et ruinée par les coups de mer. Quelle leçon pour les Ingénieurs destinés aux travaux de mer! Elle les avertit de ne jamais présenter aux effets incalculables de cet élément que des plans inclinés, avec l'attention de les opposer obliquement à la direction des vents dominans.

OBSERVATIONS.

On doit distinguer dans la description des travaux hydrauliques que nous venons de parcourir, trois procédés différens pour établir des fondations dans l'eau depuis 8, 12, 15 jusqu'à 40 pieds de profondeur, en employant

la méthode des caissons, pour supprimer les batardeaux et les épuisemens.

Le premier, en perfectionnant l'idée de l'Ingénieur Labeyly, tend à établir les fondations sur des pilotis battus au refus d'un fort mouton, et recepés de niveau dans l'eau.

Le second, conforme aux moyens employés par cet Ingénieur pour la fondation du pont de Westminster, consiste à déposer les caissons sur le terrain naturel, après s'être assuré de sa solidité et l'avoir seulement préparé de niveau.

Enfin, un troisième procédé absolument nouveau, et dont je n'avois point connu de modèle, est de renfermer dans des caisses de charpente sans fond et d'une forme conique, des masses de pierres qui ne seront jamais exposées au frottement produit par les vagues de la mer : étant d'abord versées à une très-grande profondeur, elles se soutiendront parfaitement sur un talus de soixante degrés, avec la verticale; ce qui est prouvé par l'expérience des dix-huit cônes commencés à Cherbourg pour couvrir la rade. On sait, au contraire, que les pierres isolées qui forment les digues, peuvent être continuellement attaquées par les marées, les vents violens et les tempêtes venant du large, qui, en les roulant, pourroient diminuer leur volume et les réduire par la suite en sable.

Récapitulation de l'étendue des fondations établies d'après ces différentes méthodes.

PREMIER PROCÉDÉ.

Plate-formes des caissons posés sur pilotis.

Les dix caissons pour la fondation d'une partie des piles du pont de Saumur, chacun de 1,000 pieds superficiels, ont produit	10,000 p. carrés.
Celui de la culée du côté de la ville, de	2,400
Pont de Saumur	12,400
Les sept caissons du quai de Rouen, chacun de 1,056 pieds carrés de base	7,392
Total des bases superficielles de ces dix-huit caissons, établis sur des pieux recepés dans l'eau.	19,792

Nota. Toutes ces plate-formes réunies sont portées par 2,360 pilots.

SECOND PROCÉDÉ.

Superficie des caissons établis sur le terrain naturel préparé de niveau.

Le caisson de l'écluse de Dieppe avoit de base, en pieds carrés	5,084 p.	10,094
Les deux murs d'épaulement, ensemble	2,640	
Celui de l'écluse du Tréport.	2,370	
Base totale des caissons échoués sans pilotis	10,094	
Total pour les vingt-deux caissons échoués à différentes profondeurs		29,886

Ci-contre. . . . . 29,886 p. carrés.

Procédés des caisses coniques.

La base circulaire de chaque caisse conique de Cherbourg présentoit une superficie en pieds carrés de 17,390

Les dix-huit qui ont échoué dans la rade, et sont remplies dans leur totalité avec de la pierre de granit, ont produit 313,020

Total superficiel des fondations établies suivant ces différens procédés 342,906

Lesquels divisés par 36 produisent, en toises carrées . . . . . 9,525 t.

Pour compléter ces expériences, comme je me suis engagé de le faire, relativement à la connoissance du sol qui doit soutenir tous les édifices, je crois devoir mettre sous les yeux des artistes une approximation du poids énorme dont le terrain qui compose ces 342,906 pieds carrés, ou les 9,525 toises superficielles, se trouve comprimé depuis l'exécution des travaux :

SAVOIR,

		livres.
Dix-huit caissons établis sur pilotis et plate-forme.	Les onze caissons du pont de Saumur, placés depuis plus de quarante années, portent sur leur plate-forme, d'après des calculs assez exacts, au moins . . .	92,000,000
	Les sept caissons du mur de quai de Rouen, ensemble.	4,139,420
	Total des dix-huit caissons fondés sur 2,360 pilotis.	96,139,420

	De l'autre part	96,139,420
Quatre caissons établis sur le terrain naturel, reconnu très-solide, et seulement mis de niveau	Les trois caissons de l'écluse de Dieppe, ceux de ses murs en aile, et celui de la fondation de celle du Tréport, portent ensemble	16,000,000
	Total, avec des caisses.	112,139,420
Dix-huit cônes fondés sur le terrain naturel, sans plate-forme ni préparation	Les dix-huit cônes de Cherbourg, échoués sans plate-forme sur le terrain naturel sans préparation, mais bien enveloppés de charpente, pèsent chacun 96,015,000 liv., et ensemble	1,728,270,000
	Total général du poids.	1,840,409,420

Il est donc certain que les 9,525 toises carrées que nous venons d'examiner, composées de terrains de différentes natures et continuellement sous les eaux, supportent une masse de dix-huit cent millions; qu'elles sont dans un parfait équilibre, et que les fondations, faites suivant les procédés ci-dessus détaillés, ont le grand avantage d'être établies à des profondeurs qui semblent ne plus donner d'inquiétudes pour les affouillemens ordinaires, auxquels sont exposées les constructions hydrauliques, et pour la garantie desquelles tous les Ingénieurs doivent désirer d'atteindre la perfection.

Les grandes crues de la rivière de Loire sont d'environ 22 pieds; et comme les plate-formes des caissons du pont de Saumur se trouvent établies à 12 pieds plus bas que

l'étiage, ou les basses eaux, il s'ensuit que dans ces grandes crues elles sont à 34 pieds au-dessous du même niveau.

Quant aux écluses de chasses, le jeu des eaux, la visite très-fréquente des portes et leur entretien exigent que les radiers supérieurs soient découverts aux basses mers, et, leur solidité, que la plate-forme inférieure des caissons soit établie le plus bas possible, autant que la nature du terrain pourra le permettre, afin que les sous-courans occasionnés par la retenue des eaux ne puissent point se faire un passage sous le radier.

Pour ce qui concerne la fondation des dix-huit cônes de Cherbourg, le poids de leur masse les a fait maintenant pénétrer dans le terrain d'une manière assez sensible, et qui a été reconnue par des sondes, de sorte qu'on n'a pas lieu de craindre les affouillemens dans leur base; au reste, ils se rempliroient même naturellement par les pierres que renferment les caisses de charpente.

RÉSUMÉ.

Ces expériences, faites à des profondeurs considérables, doivent jeter un grand jour sur les travaux hydrauliques et sur l'emploi des différentes méthodes que l'on doit préférer, soit pour obtenir de l'économie et de la promptitude dans le travail, soit pour la facilité d'exécuter à sec la maçonnerie afin qu'elle acquière la plus grande

solidité, en lui donnant le temps de prendre beaucoup de consistance, avant d'être abandonnée aux eaux (1).

Les moyens d'exécution toutefois varient suivant les différentes localités, les travaux habituels des hommes, et surtout suivant les circonstances. On sait que Vauvitellis a construit, par des procédés à peu près semblables, et même avant 1738, dans le port d'Ancône, un lazareth fortifié. Labeyly fonda le pont de Westminster, sur la Tamise, en 1738, par caissons. De Voglio et moi nous fondâmes le pont de Saumur en 1757, également par caissons; j'ai employé, en 1776, ce système sur 110 toises du quai de Rouen, ainsi qu'à l'écluse de chasse de Dieppe, et pour celle du Tréport en 1777. Grognard, Ingénieur général de la marine, fonda, pour la construction et le radoub des plus grands vaisseaux de ligne, la forme de Toulon en 1778 dans une caisse de 28,000 pieds carrés de base et 36 pieds de hauteur, qui fut d'abord remplie d'eau et échouée sur un terrain présumé solide; sa superficie, divisée en vingt-huit cases, a été épuisée successivement pour y construire la maçonnerie dont les mortiers furent

(1) On voit, dans *l'Histoire du commerce et de la navigation des anciens*, écrite par le savant Huet, évêque d'Avranche, chap. LVII, que l'Empereur Caligula porta un préjudice extrême au commerce de Rome, en rassemblant de toutes parts un nombre infini de vaisseaux pour la construction qu'il fit entre Bayes et Pouzzoles, et que l'Empereur Claude établit le phare du port d'Ostie, auquel il fit servir de fondement le vaisseau que Caligula avoit employé au transport du grand obélisque d'Égypte, placé dans le cirque du Vatican.

conséquemment délavés. On jugera facilement du courage et de la patience qu'il a fallu employer pour vaincre toutes les difficultés qui se sont présentées, avant de conduire ce grand ouvrage à sa perfection.

Nous pourrions peut-être citer la digue que Richelieu fit exécuter en 1628 pour bloquer le port de la Rochelle; mais sa construction a été trop irrégulière pour que les artistes puissent en adopter les principes; d'ailleurs sa destruction subite par un coup de mer, après le troisième jour de son exécution, suffit pour prouver que sa masse seule étoit infiniment au-dessous des forces qui lui étoient nécessaires pour s'opposer aux efforts de l'élément qu'elle devoit arrêter.

Quant aux cônes de la rade de Cherbourg, il n'a jamais été en mon pouvoir d'en perfectionner un seul, et cette impuissance a été le résultat d'une opposition qui se multiplioit sous toutes les formes par le fait de plusieurs hommes, par le concours de plusieurs événemens, sur lesquels je garderai toujours un silence que réprouveroit l'intérêt de ma réputation, celui peut-être de ma gloire, si la générosité ne me le commandoit plus impérieusement. La partie supérieure de ces cônes, depuis le niveau des basses mers jusqu'à 28 pieds au-dessus, devoit être construite en maçonnerie de pierre de taille de granit posé avec du mortier de pouzolane, ainsi que je l'avois projeté et qu'il avoit été arrêté que je le ferois exécuter; mais si l'on est parvenu à dénaturer et à annuller même

mon projet, je puis du moins affirmer aujourd'hui, en invoquant le témoignage des Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui m'ont secondé, et celui de tous les braves marins de Cherbourg qui ont suivi et même favorisé avec le plus grand zèle toutes mes opérations pendant huit années, que l'on voyoit exister encore en 1799, au-dessus de l'eau, toute la charpente du cône mis à la mer le 24 juin 1786, quoiqu'il n'ait été nullement entretenu; on n'a jamais osé le derraser comme les autres, parce qu'il formoit la seule balise qui pouvoit diriger l'entrée et la sortie des vaisseaux par la passe du fort de l'île Pelée, qui présente un mouillage de 30 pieds d'eau à la basse mer, et de 48 lorsqu'elle est pleine.

DESCRIPTION HISTORIQUE

DES

PROJETS ET TRAVAUX HYDRAULIQUES.

DESCRIPTION HISTORIQUE

DES

PROJETS ET TRAVAUX HYDRAULIQUES

Conçus ou dirigés par Louis-Alexandre de Cessart, *Inspecteur général des Ponts et Chaussées.*

PREMIÈRE SECTION.

PONT DE SAUMUR.

ARTICLE PREMIER.

Détails sur la construction du pont de Saumur, dit des Sept-Voies, situé sur un des bras de la rivière de Loire.

1. Ce pont, quoiqu'il soit appelé pont des Sept-Voies, est cependant composé de huit arches en plein cintre. Ces arches ont 36 pieds d'ouverture et sont construites en maçonnerie de tuffeau; les piles, au nombre de sept, ont chacune 18 pieds d'épaisseur; la longueur totale, compris l'épaisseur des culées, est de 444 pieds.

Deux des arches rompues en interdisoient le passage au public, lorsque je reçus ordre, en 1752, de me rendre à Saumur pour rédiger les projets de leur réparation, et favoriser provisoirement une des grandes communications de la province dA'njou avec le Poitou.

Cette circonstance me mit à même d'examiner avec attention cet édifice qui me parut d'une construction toute particulière; je remarquai notamment que ses fondations avoient été établies sur une espèce d'enrochement général formé de gros blocs de grès de 10, 15 et même 20 pieds cubes, jetés sans ordre, mais contigus entre eux; je m'occupai alors tellement de cet examen, que je suis encore aujourd'hui en état de communiquer mes premières observations, ainsi que les renseignemens que je recueillis dans le temps sur son origine.

2. Il paroît, suivant la tradition du pays, que ce pont a été bâti vers l'an 1230, par les ordres de la reine Blanche, duchesse d'Anjou, lorsqu'elle fit commencer la levée de la rivière de Loire; conséquemment il pouvoit avoir dans ce moment cinq cent vingt-deux années de construction, et n'annonçoit point encore d'autre dépérissement que celui des deux arches à reconstruire.

3. Mes premières réflexions m'ont porté à rechercher d'une part quelle étoit la nature du terrain, et d'une autre, quelle étoit la force d'inertie opposée au mouvement de l'eau par l'espèce de radier dont j'ai parlé plus haut; je trouvai par des sondes que le terrain étoit composé de diverses couches de gros gravier et de sable fin, et j'évaluai à 9 pieds l'épaisseur réduite du radier placé sous les piles et entre les arches.

Je remarquai alors que si cet enrochement, formé de blocs de grès jetés sans ordre et réunis seulement par les dépôts successifs de l'eau, avoit pu résister aux différens mouvemens arrivés dans le lit de la Loire, pendant l'espace de cinq cent vingt-deux années, l'expérience de ce moyen, rectifié par l'art beaucoup plus avancé maintenant, pouvoit devenir de la plus grande utilité aux Ingénieurs chargés de travaux hydrauliques.

4. Cet examen m'a pleinement convaincu que les premières re-

cherches d'un Ingénieur doivent tendre particulièrement à connoître la nature du terrain sur lequel il peut bâtir, pour obtenir la plus grande solidité et prévenir toute espèce d'affouillement; car, ces principales difficultés vaincues, toute l'architecture que les eaux laissent apercevoir dans les ponts, n'est aux yeux de l'Ingénieur qu'un objet de décoration ordinaire, quand le premier but de l'art est d'assurer la durée de ces monumens.

5. Je ne crois pas inutile de rappeler au commencement de cet ouvrage, l'événement malheureux arrivé au célèbre Hardoin Mansard, dans la chute de son pont de Moulins, qui eut lieu le 8 novembre 1710. Ce pont étoit à peine fermé et les arches étoient encore sur les cintres, qu'on fut surpris par une crue de la rivière. L'Allier s'éleva à une hauteur si extraordinaire, que l'eau ne pouvant soulever le poids de toutes les voûtes à la fois, porta toute son action sur le fond du terrain, et l'affouilla à une telle profondeur, que l'équilibre général et même la force statique excédente furent rompus, et le pont s'écroula tout-à-coup (1).

Cependant cet architecte n'avoit rien négligé pour donner aux pilotis des fondations toute la solidité possible. Le battage en avoit été fait avec des moutons d'une grande pesanteur, et au refus le plus absolu; mais la grande épaisseur des couches de sable de 47 pieds environ de profondeur qu'il falloit traverser avec les pieux, ainsi que l'a reconnu, quarante-huit années après, M. de Regemortes, avoit sans doute opposé une résistance insurmontable aux plus fortes percussions du mouton, et rendu l'ensemble du pilotis très-irrégulier; il en avoit été de même pour les batardeaux, puisque, malgré des épuisemens extraordinaires, on n'avoit jamais pu établir les plateformes qu'à 5 pieds au-dessous des plus basses eaux.

(1) On trouvera ci-après quelques détails intéressans concernant les dimensions de ce pont.

6. Je rappellerai encore des accidens à peu près semblables, arrivés depuis ce temps et successivement au nouveau pont de Tours; en 1766, une masse de glaces d'une grande épaisseur et qui occupoit toute la largeur de la Loire, sur plus d'une lieue de longueur en amont et en aval, s'étant ébranlée subitement, se brisa en d'énormes blocs dont le poids et le choc sembloient devoir produire sur le pont l'effet désastreux qui en est résulté.

Ces blocs se portèrent d'abord sur la rive droite du fleuve, où les arches annonçoient plus de débouché en aval, tandis que celles de la rive gauche se trouvoient obstruées aussi en aval par une partie d'une île, que la pénurie des fonds n'avoit pas permis d'enlever; toute la violence du courant, en se portant d'un seul côté qui se trouva surchargé d'un poids incalculable de glace, fit écrouler quatre arches des quinze qui composoient le pont; mais on a présumé, d'après des renseignemens certains, que dans l'exécution de ce pont on avoit agi avec trop d'économie, de sécurité et de confiance sur la nature du terrain, et qu'un tiers du débouché total se trouvoit obstrué en aval, par la partie de l'île qui reste encore à enlever, et qui menace continuellement ce pont.

7. Quant au pont des Sept-Voies de Saumur, la construction de deux arches ayant été ordonnée, nous reconnûmes plus parfaitement, l'Ingénieur en chef de Voglio et moi, en établissant les fondations de deux piles, qu'il avoit été construit, comme je l'ai dit, sur une jetée de gros quartiers de grès, amoncelés les uns sur les autres, mais sans ordre et sans couches régulières.

8. Le voyage que fit, en 1753, M. Trudaine de Montigny, Directeur des Ponts et Chaussées, en allant visiter les bords de la mer, nous procura à Saumur une réunion de plusieurs Ingénieurs des Ponts et Chaussées. M. de Regemortes, Inspecteur général des turcies de la Loire, s'y trouvoit: nous lui fîmes examiner, ainsi qu'au

Directeur, la fondation particulière du pont des Sept-Voies, que nous regardâmes comme une expérience dont on pouvoit tirer un grand parti; je leur fis part des détails et des observations que je viens de rapporter, et M. de Regemortes s'en occupa avec d'autant plus d'attention, qu'il projetoit depuis long-temps la reconstruction du pont de Moulins, qu'il a exécuté depuis avec tant de succès sur un radier général.

9. On reconnoît par l'ouvrage que cet Ingénieur a publié sur la construction de ce pont, qu'il s'est bien assuré d'abord, par des sondes faites avec le plus grand soin par Colluel, Ingénieur distingué, que le sol du lit de la rivière de l'Allier n'étoit, dans toute la traversée de la ville de Moulins, composé que de sable fin et de gravier; on le pénétroit avec la sonde jusqu'à 30 et 40 pieds de profondeur, par un procédé très-ingénieux (1); les travaux commencés en 1758, ont été terminés en 1763.

Enfin, cet Ingénieur surmonta, quarante-huit ans après le malheureux événement arrivé à Mansard, tous les obstacles qu'avoit rencontrés ce célèbre architecte, qui n'avoit pas sans doute assez d'expérience dans les travaux hydrauliques.

10. L'Ingénieur Regemortes a employé dans la reconstruction du pont de Moulins trois grands moyens :

1°. Il a reporté le pont dans un emplacement plus vaste;

2°. Il a donné un plus grand débouché au passage des eaux;

(1) On employoit des pieux de 15 à 16 pouces de diamètre, percés dans leur milieu d'un trou de quatre pouces environ. Le premier pieu étoit armé d'un sabot en fer, en forme d'emporte-pièce, ayant pour grosseur à son extrémité le diamètre du trou du pieu : on l'enfonçoit avec une sonnette, suivant la méthode ordinaire, et l'on avoit soin de retirer successivement, à fur et à mesure de l'enfoncement, les terres qui s'engageoient dans la partie vide. Lorsque la tête de ce premier pieu étoit arrivée près de la surface du terrain, on hantoit dessus un autre pieu pour pousser la sonde plus bas, si les circonstances l'exigeoient.

3°. Il a établi un radier général en maçonnerie de 9 pieds d'épaisseur, avec bordage en pieux et palplanches dans toute l'étendue des fondations, et dont la masse continue, jointe à celle du pont, offroit aux mouvemens de l'eau une telle force d'inertie, et opéroit sur le sol une telle compression, que ce sol, ainsi que je l'ai observé au pont des Sept-Voies, en 1752, fut garanti contre les affouillemens des eaux, et que la stabilité du pont fut assurée pour toujours.

ARTICLE II.

Projet du pont de Saumur sur le bras principal de la rivière de Loire, par M. de Voglio (1), *présenté à l'assemblée des Ponts et Chaussées dans le mois de janvier* 1753, *et accepté par elle.*

PLANCHE I.

11. Les ponts anciennement établis sur six bras de la rivière de Loire, depuis le faubourg de la Croix-Verte jusque sur les quais de la ville, étoient dans un état de dépérissement qui nécessitoit leur reconstruction successive. M. de Voglio se détermina à proposer un alignement général de 3,900 toises de longueur, qui traverseroit les six bras de la rivière de Loire, toute la ville du côté du midi, même la rivière du Thoet, au Pont Fouchard. Vers le nord, cet alignement devoit se continuer au-delà du faubourg de la Croix-Verte, formant le passage de la petite rivière de l'Haution,

(1) Cet Ingénieur en chef, obligé de faire sa résidence habituelle à Tours, chef-lieu de la ci-devant généralité, et de faire de fréquentes tournées pour inspecter les autres travaux, ne se rendoit ordinairement à Saumur que quand je lui mandois que sa présence étoit indispensable pendant la réparation du pont des Sept-Voies; mais pour la formation du projet du grand pont, et son exécution, ses séjours se prolongeoient souvent pendant des mois entiers.

et de la vallée d'Anjou; de manière que cette grande ligne de 3,900 toises traversât la rivière du Thoet, la Loire et celle de l'Haution.

12. Par la comparaison faite, en 1753, de la largeur de la rivière, prise suivant les anciens ponts, et à 130 toises au-dessus de l'alignement projeté, avec celle de l'emplacement du nouveau pont; on trouva qu'il étoit possible, pour donner plus de débouché, de fixer la distance entre les deux culées à 142 toises, dans laquelle on distribueroit douze arches de 60 pieds d'ouverture chacune, et onze piles de 12 pieds d'épaisseur, prise aux naissances des voûtes, élevées sur un pied droit de 4 pieds 6 pouces au-dessus de l'étiage; on établissoit par là le débouché réel des eaux, déduction faite des piles, à 120 toises de largeur, aux naissances des voûtes (1).

13. Le débouché ordinaire de ce bras, pris à 130 toises en amont du nouveau pont, comme je l'ai dit, étoit obstrué par l'île du Parc et les matériaux de treize anciennes piles renversées, formant une forte digue dans le temps des crues et des débâcles, ce qui réduisoit la section du vide à 90 toises, de sorte que le nouveau pont donnoit 30 toises de largeur de plus pour le passage des eaux et des glaces, et à peu près autant par l'enlèvement des ruines de l'ancien pont.

14. L'exécution du projet ayant été ordonnée au mois de mai 1756, je fis la vérification de la largeur du lit de la rivière, ainsi que l'opération hydraulique ordinaire et très-connue, pour cons-

(1) Pour former avec plus de connoissance le projet général des ponts à faire sur les six bras de la rivière de Loire, vis-à-vis Saumur, M. de Voglio fit prendre douze sections à différens points de ce fleuve, sur soixante lieues de longueur, depuis Orléans jusqu'au pont de Cé, afin de juger des effets des rivières affluentes pendant les grandes eaux, et de leur vitesse.

tater que la direction du courant soit toujours perpendiculaire à celle d'un pont et parallèle aux flancs des piles et des culées; je commençai ensuite les sondes que je fis avec toute la précision possible, malgré les difficultés qui se rencontrèrent dans une grande largeur de la rivière sur 150 toises environ, où l'on avoit à indiquer exactement l'emplacement de chaque pile et des culées.

ARTICLE III.

Des fondations.

15. Je reconnus par mes sondes le même banc de gros gravier qu'au pont des Sept-Voies à environ 12, 14 et 15 pieds au-dessous des basses eaux. J'avois fait faire une sonde de fer de 40 pieds de longueur, et de deux pouces d'équarrissage, avec une tête de 5 pouces sur tous les sens, pour recevoir le choc d'un mouton de 600 livres; enfin, j'avois fait pratiquer, comme à l'ordinaire, dans la longueur de la sonde, des cases qui devoient se remplir par les différentes couches du terrain, pour en examiner la nature.

16. La sonde traversoit souvent ces couches jusqu'à 30 et 37 pieds au-dessous de l'étiage; mais j'éprouvois alors beaucoup de peine pour la retirer à de telles profondeurs : les deux grands bateaux accouplés, dont je me servois, éprouvoient communément en s'enfonçant, et lorsque je retirois la sonde, une résistance qui leur faisoit déplacer ensemble, d'après mes calculs, environ 2,492 pieds cubes d'eau, dont l'effort vertical, calculé à 70 livres par pied cube, étoit à peu près équivalent à 174,440 livres; souvent même les cables et les sondes ont cassé sous ces efforts. Ces accidens me donnoient quelque inquiétude, ainsi qu'à mes ouvriers : mais devenus familiers avec les moyens de parer à ces inconvéniens, il ne

nous falloit que redoubler d'attention, en attendant le moment subit de l'ascension de la sonde, dont la secousse nous renversoit quelquefois tous sur le bateau.

Nous ignorions alors les procédés qui ont été employés six ans après par les Ingénieurs Regemortes et Colluel, pour faire les sondes du pont de Moulins poussées jusqu'à 47 pieds de profondeur, dans le terrain naturel, avec des pieux percés verticalement, etc. etc.

17. En conséquence du profil de toutes mes sondes, M. de Voglio fixa la longueur réduite des pieux de fondation à 30 pieds, le poids du mouton à 1,200 livres, et le premier battage au refus de 2 et 3 lignes avec un supplément de 10 volées de 50 coups chacune, et exigeant au bout de quelques jours un second battage, dans lequel le mouton s'élevoit par la réaction au moins de 6 pouces au-dessus de la tête du pieu.

18. On verra, dans la suite, les avantages que nous avons trouvés sur le battage, avec des sonnettes à declic et des moutons de 15, 16 et 1,700 livres, moitié fer et moitié bois, en réglant la hauteur des chutes à 18 pieds, mais en ayant toujours eu l'attention de fréter les pilots par la tête, et quelquefois avec double frête; il faut convenir aussi que beaucoup de ces pieux, dont la pointe descendoit jusqu'à 24 et 30 pieds au-dessous de l'étiage, ayant été vivement refoulés sur leur longueur par la percussion, se trouvoient fendus dans leur partie supérieure au-dessous des frêtes.

19. Par un calcul sommaire nous avions trouvé avec l'Ingénieur en chef, que la masse totale du pont devoit produire un poids de 106 millions, qui, divisé sur les onze piles et les deux culées, chargeroit chacun de ces treize points d'appui d'environ 8 millions 154 milliers; mais, en conséquence des différentes expériences faites sur la résistance de divers pieux, battus au refus absolu du mouton de 12, 15 et 1,600 livres, nous avons estimé à 200 milliers la

somme des percussions réduites; le plan de chaque pile a donc été disposé pour contenir 116 pilots, et celui des culées chacune 202, ensemble 404, et en total 1,680 pieux; de manière que chaque pilot devoit supporter par aperçu 63,000 livres, s'ils eussent été chargés à l'extrémité sur laquelle ils avoient reçu la somme des percussions (1). Mais on verra dans la suite, que leur résistance a été considérablement augmentée en raison de leur moindre longueur, par la profondeur à laquelle ils ont été recepés au-dessous du lit ordinaire de la rivière : ensuite leurs sections ayant été enveloppées de blocs de pierres battues à la masse, on peut en conclure que ces pilots, comparés aux percussions dont ils ont été frappés, ne portent pas un poids équivalent à la sixième partie de celui dont ils pourroient être chargés.

20. Pour faciliter le battage et l'enfoncement des pieux, nous cherchâmes les moyens de draguer les sables le plus bas possible; nous demandâmes à cet effet une des nouvelles machines à draguer dont M. Soyer, Ingénieur en chef, avoit fait usage au pont d'Orléans; j'en fis exécuter plusieurs à Saumur, et l'épreuve en réussit parfaitement; j'ai même fait depuis un très-grand usage de ces machines, en 1776, dans des travaux à la mer et qu'on ne connoissoit pas encore au bout de 20 ans, dans la généralité de Rouen.

---

(1) M. Perronnet dit, dans son ouvrage, page 597, qu'un pieu battu au refus d'un mouton du poids de 600 livres, tombant de 4 pieds, sera en état d'être chargé de 380,000 livres. Nous avons battu à Saumur les pieux de fondation avec des moutons de 12, 15 et 1,800 livres, et sous des chutes de 16 pieds. On voit facilement combien nous étions au-dessus de l'équilibre.

ARTICLE IV.

Fondation de la première culée et de la première pile, du côté du faubourg, exécutée en 1756.

21. L'ouvrage a été commencé le 3 mai par le tracé de la première culée et de la pile du côté du faubourg; les dimensions du batardeau ont été fixées à 12 pieds d'épaisseur, et à 9 pieds de hauteur au-dessus de l'étiage; mais on ne peut éprouver de plus grandes difficultés que celles qui se sont présentées pour la fondation de cette culée et de la première pile. Il suffit de dire que, de mémoire d'homme, la rivière de Loire n'avoit entretenu ses eaux à une si grande hauteur et aussi long-temps, puisque pendant presque toute la campagne leur hauteur a constamment été de 5, 6, 8 et 9 pieds au-dessus de l'étiage : suivant l'expérience faite dans le même temps, le volume d'eau qui passoit à Orléans, n'étoit que le tiers à peu près de celui qui passoit à Saumur, ce qui provenoit des crues successives des rivières du Cher, de la Creuse et de la Vienne; enfin, pendant toute la durée des travaux de cette campagne, on n'a cessé d'être interrompu par les crues de la Loire, et par la variation du temps.

22. Malgré la perfection du batardeau dont les sables, entre les palplanches, avoient été dragués à 3 pieds au-dessous du niveau des fondations, et son parfait remplissage en terre glaise, on fut obligé de diviser en deux parties la superficie de 458 toises que renfermoit le batardeau, et d'y placer alternativement trente-six à quarante-trois pompes à chapelets, servies chacune par douze hommes, qui se relevoient par tiers de deux en deux heures. Le nombre de cinq cent seize hommes n'étoit pas même suffisant :

on en employoit en outre 60 à 80 autres au baquetage avec des seaux passés à bras d'hommes.

23. Toutes les pompes étant neuves et bien servies, j'ai reconnu, dès les premiers jours, que chacune enlevoit un muid d'eau par minute, et par heure soixante, et les quarante-trois ensemble dans une heure deux mille cinq cent quatre-vingt muids; mais à cause du temps perdu aux changemens des relais, et des accidens occasionnés par les infiltrations à travers le batardeau et les pertes inévitables des chapelets, on n'a pu évaluer l'épuisement des eaux dans les vingt-quatre heures, qu'à cinquante mille muids.

24. Ce travail soutenu nuit et jour avec plus de six cents hommes, dont trois cents soldats du régiment de Bourgogne, et trois cents autres tant des paroisses commandées que des ouvriers ordinaires, fut continué jusqu'au 20 octobre avec la plus grande activité, mais sans succès. M. de Voglio se détermina à faire receper les pilots de la pile, à 4 pieds 1 pouce au-dessous de l'étiage, et à 9 pieds 3 pouces au-dessous du niveau de la rivière; il ordonna de forcer l'élévation de la maçonnerie de la pile et d'abandonner les fondations de la culée.

25. On reprit, le 18 avril 1757, la fondation de la culée, au moyen d'une nouvelle branche de batardeau faite avec la démolition de l'ancien, mais posée plus près de la maçonnerie, et présentant moins de surface à épuiser; les plate-formes étant établies, on posa la première pierre le 6 août, et la maçonnerie ne fut à la hauteur de la première pile, qu'au 15 décembre suivant.

26. Les difficultés qu'on venoit d'éprouver pendant deux campagnes, nous donnoient les plus grandes inquiétudes pour la fondation des dix autres piles, et de la seconde culée du côté de la ville; nous nous trouvions, M. de Voglio et moi, pour ainsi dire forcés de faire faire autant de batardeaux que de piles, et, suivant les dispo-

sitions dirigées par la plus sévère économie, ils ne pouvoient renfermer chacun moins de 72 toises superficielles, et leur longueur totale auroit été de plus de 400 toises, si l'on eût obstrué la rivière pendant les grandes eaux. Nous aperçûmes dès lors que nous pourrions aisément réduire de moitié cette superficie, en faisant tout naturellement des caissons suivant la méthode dont Labeyly avoit fait usage pour la fondation du pont de Westminster, et en évitant absolument les épuisemens. Encouragés d'ailleurs par le désir que M. Peronnet, premier Ingénieur des Ponts et Chaussées, nous avoit témoigné plusieurs fois, qu'on fît en France une expérience de cette méthode, nous nous y préparâmes, en nous attendant bien d'ailleurs à beaucoup de discussions et à toutes les difficultés que l'essai d'un procédé aussi nouveau en France devoit nous occasionner dans son exécution sur une grande rivière; ce projet étoit de plus d'un million de dépense (1).

27. Tous les Ingénieurs français, admirateurs des talens de Labeyly, n'avoient point encore regardé sa méthode comme immanquable par l'abandon total de ses caissons sur le terrain naturel, exposé aux affouillemens; on vouloit, avec raison, des pilotis solidement établis au refus du mouton, et il ne nous restoit d'autre manière de remplir l'objet de ces justes observations, que de présenter la composition d'une machine à scier les pilots, qui pût les receper de niveau, et à une profondeur convenable à l'établissement des plate-formes de ces caissons; et nous parvînmes à en composer une, comme on le verra par la suite.

---

(1) M. Lecreulx, aujourd'hui Inspecteur général des Ponts et Chaussées, qui m'avoit succédé en 1766 à Saumur, et qui a terminé tous les travaux de ce pont, m'a dit que le réglement définitif de la dépense s'est élevé à 1,700,000 livres.

ARTICLE V.

Projet des fondations des dix piles restantes et de la deuxième culée, au moyen des caissons.

28. Le 15 avril 1757, M. de Voglio arrêta, avec moi, la nouvelle méthode qu'il se proposoit d'exécuter, pour fonder la seconde pile. Déja nous avions composé et fait exécuter des modèles en petit de la machine à receper les pieux dans l'eau, il me chargea de la perfectionner et d'en faire les expériences en grand.

29. Quant aux caissons de Labeyly, dont nous n'avions que des idées très-imparfaites, il nous étoit important de n'avoir rien à désirer sur cet objet qui devoit assurer le succès de notre entreprise; en conséquence, nous partîmes le 15 mai pour le port de Rochefort, afin d'examiner bien en détail, et dans les chantiers de la marine, la construction des gabarres ou bateaux plats, qui pouvoient avoir du rapport aux caissons dont nous voulions faire usage; mais les dispositions nautiques que nous trouvâmes dans la composition des gabarres, même de celles à varangue plate, s'éloignoient absolument des formes dont nous avions besoin; il fallut donc imaginer et composer un système pour la formation de ces caissons.

30. Nos observations particulières nous portèrent enfin à disposer ces caissons de manière à ne laisser dans l'intérieur que l'étendue de la pile, et 20 pouces de vide dans le pourtour, que nous jugeâmes indispensablement nécessaire pour le service de la maçonnerie, et pour pouvoir fonder à sec 6 pieds d'élévation de chaque pile au-dessus de l'étiage, ou 7 pieds 10 pouces, compris le fond du caisson; en un mot, nous cherchâmes tous les moyens d'économie possible sur la manœuvre, sans négliger la solidité.

Planche II. (*fig.* 1, 2, 3, 4, 5 et 6.)

31. Les dimensions du caisson furent arrêtées à 1,000 pieds carrés de base, et l'élévation des bords à 10 pieds, pour que le cube du caisson, totalement plongé, déplacât environ 10,000 pieds cubes d'eau, équivalens à un poids de 700 milliers évalués à celui de la maçonnerie que nous voulions mettre hors des crues ordinaires de l'été, nous réservant néanmoins les moyens de pouvoir exhausser les bords, pour être, au besoin, à l'abri des plus grandes crues.

32. Les dispositions nécessaires à l'enlèvement des bords ou côtés exigeoient des soins tout particuliers; l'opération devoit se faire sans choquer ni ébranler la pile après la construction de la maçonnerie; ils devoient être placés ensuite sur un autre fond de caissons préparés pour les recevoir de nouveau; enfin, il falloit les adapter parfaitement à ce fond, afin d'éviter les filtrations de ce second caisson dans sa submersion et dans son placement sur le pilotis, et pendant la construction de la maçonnerie de la nouvelle pile.

33. Comme nous n'avions point les facilités que donne le flux de la mer, et dont Labeyly sut profiter au pont de Westminster, pour lancer le caisson à l'eau, il fallut y suppléer par des procédés aussi certains que ceux que la nature lui avoit fournis; à la vérité, ses caissons, plus considérables que les nôtres, avoient 2,400 pieds carrés de base, avec des bords de 16 pieds de hauteur et 18 pouces d'épaisseur; ils étoient en général d'une construction beaucoup plus forte, afin de résister aux effets de la mer, et de répondre aux dimensions de 14, 16 et 17 pieds d'épaisseur qu'il donnoit à la maçonnerie de ses piles.

34. Rien ne nous paroissant plus douteux alors dans l'exécution

des caissons, leur mise à l'eau, l'enlèvement des bords, et le dragage des sables qui devoit se faire d'une manière très-satisfaisante, à une grande profondeur, pour faciliter le battage des pilots de fondation; il ne restoit donc plus, comme je l'ai dit, que la perfection à donner aux premières expériences de la machine à receper les pilots dans l'eau, en observant un parfait niveau.

35. Le mémoire de M. de Voglio, pour l'exécution de cette nouvelle méthode, avec tous les plans relatifs, ayant été adressé à l'assemblée des Ponts et Chaussées, et appuyé de l'avis de M. Peronnet, fut généralement approuvé; on autorisa l'expérience à faire en grand, pour fonder seulement six pieds de maçonnerie au-dessous de l'étiage, sans y comprendre 13 pouces d'épaisseur de bois pour le fond du caisson.

ARTICLE VI.

Première opération.

36. Je crois devoir donner une idée succincte des trois opérations principales qui se sont succédées pendant la construction du pont de Saumur, et qui ont produit des résultats avantageux.

Je parlerai 1°. des moyens qui ont été employés pour l'exécution de la seconde pile, ou, pour mieux dire, de la premiere fondée avec un caisson, mais qui n'ont été perfectionnés que lorsqu'on a voulu fonder à 12 et 15 pieds plus bas que l'étiage, en cherchant aussi à se défendre des grandes crues, en élevant les bords des caissons à 18 pieds de hauteur : cette première expérience bien entendue facilitera l'intelligence des autres.

2°. De la fondation de la seconde culée, faite dans un caisson de 2,400 pieds carrés de base, et 18 pieds de hauteur de bords, qui a exigé des précautions assez grandes pour son échouage et sa

pose sur les pieux; car cette opération s'est faite dans un temps où nous fûmes surpris par plusieurs crues successives et assez fortes; néanmoins l'exécution a été complète, malgré la forme irrégulière du caisson correspondant à l'évasement des murs en ailes.

3°. Enfin, je ferai mention de l'opération faite en 1763, sous les yeux de M. Peronnet, notre premier Ingénieur, pour la fondation de la pile du milieu du pont, descendue jusqu'à 15 pieds 3 pouces au-dessous de l'étiage de 1755. Cette fondation fut considérée alors comme la plus profonde de celles connues dans le cours de la rivière de Loire : on verra qu'elle exigea aussi des opérations additionnelles à celles de la première pile, fondée suivant cette méthode.

Ces succès bien constatés, prouveront déja l'avantage de cette nouvelle méthode sur celle des batardeaux et épuisemens, puisque notre première pile ayant été établie suivant les anciens procédés, on n'a jamais pu descendre les fondations au-dessous de 4 pieds un pouce, malgré des efforts incroyables pour enlever plus de 50,000 muids d'eau par vingt-quatre heures. Cet exemple d'un pont qui, bâti depuis quarante années, n'a pas encore éprouvé la plus légère avarie, encouragera, sans doute, les Ingénieurs qui voudront perfectionner cette méthode, ce qu'il est encore possible de faire en méditant de plus en plus sur les opérations dont nous donnerons plus bas tous les détails.

ARTICLE VII.

Pieux d'enceinte d'une pile défendue par des fascinages, pour faciliter l'enlèvement des sables et le battage des pilots de fondation.

37. L'EMPLACEMENT de la pile étant tracé, je fis disposer les deux files des pieux d'enceinte et de l'avant-bec d'amont, en laissant l'extrémité d'aval libre pour faire entrer le caisson. Ces pieux devoient avoir assez de fiche pour permettre un draguage de 10 pieds sous l'étiage; ils furent coiffés d'un chapeau dont le dessus étoit élevé de 4 pieds au-dessus du même point, pour former l'échafaud d'enceinte qui devoit faciliter toutes les manœuvres. Ces files de pieux étoient espacées entre elles de 24 pieds, parallèlement au plan de la pile, et de 5 pieds, de milieu en milieu, dans le sens de la longueur, ainsi qu'une seconde file placée extérieurement à 6 pieds, également coiffée d'un chapeau destiné à porter un tillac couvert de madriers.

38. Il étoit essentiel, comme on le verra dans la suite, de fermer l'entrée de l'enceinte du côté d'amont, tant pour se garantir du courant de la rivière qui auroit perpétuellement rempli de sable toutes les fouilles du draguage, que pour conserver intacte la profondeur où nous voulions receper les pieux. Un autre motif, aussi impérieux que celui-ci, étoit que l'entrée faite en aval nous rendoit absolument les maîtres de diriger le caisson par cette passe, à volonté et suivant le besoin; au contraire, si elle eût été faite en amont, rien ne nous eût défendus contre le courant, particulièrement lorsque le caisson étant chargé de maçonnerie, auroit pris beaucoup de profondeur d'eau: alors il nous auroit été presque impossible de

le maintenir parfaitement à flot dans sa position verticale et ses alignemens.

39. Cet échafaud d'enceinte étoit aussi prolongé en aval de 18 pieds au-delà de l'arrière-bec, pour pouvoir monter la machine à scier, et la mettre en état de couper le premier pieu et le plus saillant du plan; il renfermoit en outre une superficie de 56 toises, capable de contenir le caisson à flot et avec ses coulisses de conduite, etc. etc.

ARTICLE VIII.

Draguage et fascinage d'enceinte.

40. Il fut battu dans l'intérieur de l'enceinte un nombre suffisant de pieux pour établir les appontemens des machines à draguer; les sables enlevés étoient versés sur-le-champ dans de petits bateaux pour être déposés dans la rivière du côté d'aval, et à une grande distance des travaux pour ne point gêner l'entrée des caissons.

Mon premier soin fut de mettre ce transport à la tâche. Quant à la manœuvre des machines à draguer, elle étoit trop sujette à des inconvéniens, par la plus grande longueur qu'il falloit donner de temps en temps aux chaînes de fer à mesure qu'on descendoit, ainsi que par leurs changemens de place. Ces inconvéniens me forcèrent à ordonner ce travail à la journée.

41. Mais, lorsque le draguage s'avançoit, les talus de sable fournissoient beaucoup aux machines, et les fouilles se remplissoient considérablement. Je fis donc disposer, comme nous en étions convenus avec M. de Voglio, de grandes fascines d'osier et de branches d'arbre de 40 à 50 pieds de longueur, dans l'intérieur desquelles on avoit renfermé des pierres pour les rendre plus pesantes que l'eau et le sable qu'elles devoient arrêter. On en plaçoit successi-

vement des rangs les uns sur les autres derrière la première file de pieux, et à mesure qu'il en étoit besoin, dans tout le pourtour, mais particulièrement dans l'avant-bec où les sables s'amonceloient davantage.

Enfin, on est parvenu à faire les fouilles aussi bas qu'on vouloit par l'enlèvement d'une grande masse de sable qu'il auroit fallu traverser inutilement avec les pilots de fondation, en rendant le battage beaucoup plus difficile, plus long et plus coûteux.

ARTICLE IX.

Battage des pieux de fondation, tant avec une sonnette ordinaire qu'avec une sonnette à déclic.

42. Les pieux de fondation avoient depuis 24 jusqu'à 30 pieds de longueur, et à peu près 9, 10 et 12 pouces de grosseur réduite; ils furent armés d'un sabot en fer à quatre branches, du poids de 25 à 30 livres, compris les clous. J'avois eu la précaution de les faire frêter par la tête avec des cercles de fer de 18 lignes de haut, sur 6 lignes d'épaisseur, encastrés dans le bois, leurs têtes ayant communément 14, 16 et 17 pouces de diamètre.

43. Comme l'Ingénieur en chef m'avoit sur-tout recommandé de faire donner aux pilots la plus grande fiche possible pour la partie qui devoit rester dans le terrain après le recepage, et de ne rien économiser sur tout ce qui pouvoit donner à cet édifice la plus grande solidité, je lui proposai de faire tenir un journal par un élève Ingénieur chargé de vérifier : 1°. la longueur de chaque pieu; 2°. le temps du battage pour connoître la nature du terrain; 3°. la mesure des longueurs de chaque rognure après le sciage, pour constater ce qui en resteroit dans le terrain. M. de Voglio accepta

cette proposition, et il fut reconnu qu'au moyen du dragage des sables, ces pieux prenoient communément 21 et 22 pieds réduits de fiche au-dessous de la section du recepage.

44. Les sonnettes ordinaires, appontées sur de grands bateaux, furent équipées pour un mouton de 1,200 livres et manœuvrées d'abord par 47 hommes employés à la journée; dans la suite je mis ces ouvriers à la tâche, mais avec des sonnettes à déclic que j'avois fait disposer à cet effet, et d'une manière très-simple.

45. En me faisant un devoir de communiquer toutes mes expériences, je crois qu'on trouvera de l'intérêt dans la description de celles que j'ai déja faites sur le battage des pieux pour tirer le meilleur parti possible des ouvriers, et en indiquant le prix des journées payées à cette époque.

Je fis compter avec précision, pendant plusieurs jours, le nombre des coups de mouton. Une sonnette servie par quarante-sept hommes, battoit, par journée de dix heures de travail, le mouton pesant 1,200 livres. Le nombre réduit fut de 3,575, c'est-à-dire, cent quarante-trois volées de vingt-cinq coups frappés assez régulièrement.

46. Des quarante-sept hommes, quarante-quatre étoient payés à 18 sols par jour et trois enrimeurs à 20 sols : conséquemment la journée du battage et la pose d'un pieu revenoit à 42 liv. 12 sols, ce qui faisoit monter le cent de coups de mouton à 24 sols ou 6 sols par volée de 25 coups.

47. Je leur proposai le travail à la tâche par volée de 30 coups, à raison de 6 sols, mais avec cinquante hommes, à condition que le mouton seroit élevé de 5 à 6 pieds, et qu'ils se chargeroient en outre du transport des pilots. Ma proposition fut acceptée.

J'établis un commis dont j'étois sûr, et qui leur donnoit à chaque volée un morceau de plomb représentatif de 6 sols. Enfin, ils poussèrent le battage des journées jusqu'à cent soixante-dix volées de

trente coups, et gagnèrent 51 livres au lieu de 42 liv. 12 sols; cependant, chaque pieu revenoit encore à 30 et 34 livres : à la vérité ils avoient tous 18, 20 et 21 pieds de fiche au-dessous de la section où ils devoient être recepés.

M. de Bayeux, notre Inspecteur général, en examinant les états de dépenses, dirigé par des vues d'une économie mal-entendue, et qui a contribué, quelques années après, à la chute du pont de Tours, construit sous sa direction, trouva les frais du battage beaucoup trop chers, et pensa que la fiche des pieux portée à une si grande profondeur étoit absolument inutile; mais M. de Voglio ne voulut rien changer, non plus que moi, à une opération d'où dépendoit entièrement la solidité de l'édifice; je cherchai simplement dans le secours de la mécanique des moyens d'économiser les dépenses.

ARTICLE X.

Sonnette à déclic.

PLANCHE III. (*fig.* 1, 2 et 3.)

48. L'ÉTENDUE qu'il falloit donner à l'appontement nécessaire pour 50 hommes appliqués sur nos sonnettes à tiraudes, et établies sur de grands bateaux, devenoit très-embarrassante à mesure que nous avancions vers le milieu de la rivière; cependant, je ne voulois pas faire de grands changemens aux sonnettes, ni proposer celle de Vanloné (1), dont avoit parlé Labeyly; nous la trouvions trop

(1) Suivant Labeyly, la sonnette de Vanloné, garnie d'un mouton de 1,700 livres, tombant de 20 pieds perpendiculairement, servie par deux chevaux, ne donnoit que quarante-huit coups par heure, et avec trois chevaux soixante-dix coups; mais ayant été rectifiée, et la chute du mouton réduite à 10 pieds, elle frappoit cinq coups par minute et trois cents par heure.

compliquée, très-coûteuse et très-embarrassante à cause du service de trois chevaux qu'il eût fallu transporter au milieu de la rivière, et relayer au moins deux fois par jour.

J'en fis donc disposer une des nôtres avec un treuil horizontal de 10 pouces de grosseur, sur lequel s'enrouloit le cable du mouton. Ce treuil étoit garni d'une roue de champ de 12 pieds de diamètre, avec des ranches de 18° en 18° placées dans la circonférence, et à peu près comme celles des carrières.

49. Huit hommes appliqués à la roue de champ enlevoient en trois tours, avec une grande facilité, un mouton de 1,500 livres à 6 pieds de hauteur; alors, un manœuvre tiroit avec une corde le levier du crochet, et la chute du mouton s'opéroit librement sur le pieu. Mais pour régler définitivement la hauteur de la percussion, ainsi que le prix du battage, j'exigeai que tous les coups fussent de 6, 8 et 10 pieds de hauteur pour les mettre au dernier refus; c'est-à-dire, que plus le pieu éprouvoit de la résistance de la part du terrain, plus je voulois que la percussion fût grande : alors le prix du battage d'un pilot de fondation fut réduit, après plusieurs expériences, à 24 liv. compris le transport par eau; mais pour les pieux d'appontement ou d'échafaudage le prix fut fixé à 12 liv. On voit par cette suite d'expériences, que le battage d'un pieu fut réduit successivement de 42 liv. 12 sols à 34 liv., ensuite à 30 liv., puis à 24 liv. avec une réduction, dans le nombre des hommes, de cinquante à quarante-sept, et enfin, à 8 pour la manœuvre de chaque sonnette.

ARTICLE XI.

Remplissage entre les pilots avec du moellon dur.

50. Le battage des pilots avoit non-seulement consolidé le terrain, mais soulevé, comme on s'y attendoit, la superficie des sables

par une suite des fortes commotions. Les sables de rive, soutenus par les fascines, avoient un peu coulé dans l'intérieur : j'en fis la vérification avec exactitude au moyen des sondes graduées.

J'ai même fait repasser des dragues à main pour rendre le terrain de niveau autant qu'il étoit possible. Je trouvai à peu près dans toute la superficie 2 pieds 6 pouces de vide entre les sables et le point où la section des pieux devoit être faite par la machine à scier; alors je me déterminai, avant de les faire receper, à faire verser, entre les pilots sur 2 pieds d'épaisseur seulement, du moellon dur, bien battu avec des masses de fer disposées à cet effet. Le dessus du moellon étant bien nivelé, et vérifié par des sondes faites exprès, ne devoit laisser que 6 pouces de vide entre le fond du caisson et la section des pilots, vide absolument indispensable pour le jeu de la machine à scier.

51. On sent bien que la garniture du moellon ne pouvoit se faire qu'avant le recepage des pieux : 1°. leur section auroit été frappée et arrondie par la chute et le poids des pierres; 2°. il se seroit formé des amas de moellon, qu'il auroit été difficile de niveler pour former le contact du dessous du caisson avec exactitude.

52. Il entra environ 28 toises cubes de moellon, du poids de 34,560 livres la toise cube, formant ensemble une masse de 967,680 livres, de laquelle déduisant 6,048 pieds cubes d'eau déplacés, ou un poids de 423,360 livres, la masse restante de 544,320 livres consolidoit parfaitement la tête des 116 pilots de fondation.

Mais j'ai remarqué depuis, par des nivellemens à peu près exacts, que les piles élevées de 10, 12 et 18 pieds de maçonnerie, formant des poids de 10 à 12 cents milliers, distribués sur les 116 pilots, et les chargeant chacun de plus de 10 milliers, les comprimoient tellement, que leurs têtes s'incrustoient déja de 10 à 12 lignes dans les couches horizontales des bois du fond des caissons.

Tous ces pilots ayant au moins 50 pouces carrés à leur section, il s'ensuit qu'ils sont attachés au fond du caisson par environ 6,000 pouces superficiels d'incrustement; un tel assemblage peut tranquilliser les personnes qui auroient préféré des tenons en bois comme aux plate-formes ordinaires, dont l'exécution est toujours très-irrégulière.

ARTICLE XII.

Dispositions pour receper les pieux parfaitement de niveau.

Grand échafaud roulant.

53. Pour porter la machine à scier dans toute la longueur de la pile, on a fait un échafaud composé de trois grandes pièces de charpente de 32 pieds de longueur, disposées entre elles pour faciliter les mouvemens de la scie. Elles portoient chacune à leur extrémité et sur l'appontement d'enceinte, un rouleau de 18 pouces de longueur et de 8 pouces de diamètre, fixé solidement, de manière qu'étant posé ainsi, il étoit aisé de le faire avancer et reculer à volonté. Quant au petit échafaud de la machine, il pouvoit rouler avec facilité.

54. Je fis placer de champ et transversalement à la largeur de la pile, quatre grandes planches de sapin parfaitement droites, espacées également dans la longueur de la pile, et portées par des supports attachés sur les pieux, et dans lesquels j'avois fait pratiquer des coulisses, pour que le dessus de ces quatres mires pût être établi d'un niveau parfait. Pour faciliter l'exactitude du rayon visuel, elles étoient peintes alternativement de blanc et de noir.

ARTICLE XIII.

Machine à receper les pieux dans l'eau.

Planches IV, V, VI et VII.

55. Je crois qu'il est indispensable de donner les détails de toutes les dimensions de cette machine, afin d'éviter ce qui est arrivé lorsque M. Hupeau, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en fit faire une à Paris, pour receper les pieux de la digue placée en aval du pont d'Orléans. On se régla sur le modèle que j'avois fait faire à Saumur, sur une échelle d'un pouce pour pied; mais pour pouvoir donner assez de consistance aux petites parties des mouvemens en fer qui auroient été réduites à une ligne ou deux, suivant l'échelle, j'avois été obligé de forcer les dimensions du modèle. D'ailleurs, l'Ingénieur chargé de l'exécution à Paris, et qui n'avoit point vu la machine en grand, craignant de manquer la solidité des mouvemens, copia strictement toutes les dimensions de modèle, de sorte que la machine finie est devenue d'un poids énorme et très-difficile à manœuvrer; ce qui occasionna beaucoup d'inconvéniens et exerça la critique, lorsqu'on fit usage de cette pesante machine, quelque temps après, pour fonder le pont de Tours.

56. J'eus occasion, en 1776, d'en faire une sur les dimensions de celle de Saumur pour fonder le quai du port de Rouen, comme je l'ai dit ci-devant, et qui a parfaitement réussi; mais avec quelques changemens que j'ai crus nécessaires pour lui donner plus d'étendue et de sortie, les pilots que j'avois à receper à ce port, ayant jusqu'à 14 et 15 pouces de diamètre à la section (1).

(1) A la demande du conseiller d'État chargé spécialement de l'administration des Ponts et Chaussées, j'ai fait venir de Rouen à Paris, en 1802, cette dernière machine,

Des conditions requises dans la composition de cette machine.

57. Les conditions les plus essentielles auxquelles je dus m'assujétir dans la composition de cette machine, furent :

1°. Que les pieux ou pilots fussent coupés dans l'eau à une profondeur donnée et indispensable ;

2°. Que le dessus de la section fût parfaitement plan dans tout le diamètre des pieux, et que ces pieux fussent coupés entre eux à un niveau parfait ;

3°. Que la force de quatre hommes fût suffisante pour faire mouvoir la scie avec la même liberté qu'une scie ordinaire ;

4°. Que la pression de la scie, ou son avancement dans le bois, fût dirigée par le même homme, ayant à la main un régulateur, pour modérer ou forcer la coupe, suivant la résistance plus ou moins grande du bois, en observant que la feuille de scie fût bandée autant que possible ;

5°. Que l'opération fût aussi facile à faire, soit que le bout du pilot à couper fût apparent, ou caché absolument dans l'eau, et que l'on pût faire aux pieux déja sciés des recoupes de 3 ou 4 lignes d'épaisseur, si cela étoit nécessaire pour obtenir un plus parfait niveau ;

6°. Que dans sa composition, cette machine pût embrasser très-solidement le pieu avec des grapins placés au-dessous de la section, comme à un point d'appui ferme, et indépendant de la partie supérieure, qui doit perdre de sa solidité à mesure que le recepement du pieu s'opère, et que la section supérieure tend à gagner le dessus de l'eau ;

---

qui a servi à receper les pieux des huit piles du pont du Louvre : elle a été ensuite déposée au Muséum de l'école des Ponts et Chaussées.

7°. Que, dans le cas où l'on auroit voulu renouveler la feuille de scie, tout le mouvement de la machine pût se relever à fleur d'eau, avec une grande facilité, de même que pour la nettoyer lorsqu'elle auroit coupé dix à douze pieux;

8°. Enfin, que cette machine, montée sur un petit échafaud roulant, pût receper les pieux successivement et par file, dans la largeur de la pile, afin que son grand échafaud la portât en avant sur une autre rangée de pilots, etc. etc.

OBSERVATIONS.

Comme le dessous de l'épaisseur de la feuille de scie est parfaitement au niveau du plateau général du fond de la machine, et que le plateau qui est de 8 pieds de longueur, saille au-delà du premier pieu que l'on coupe, il s'ensuit que pendant le recepage des trois premiers pieux qui forment l'angle saillant de l'arrière-bec d'une pile, la machine n'étant attachée dans le bas que par ses grapins, doit vaciller un peu; mais on y remédie par de petits moyens, soit en faisant enfoncer deux perches de chaque côté, soit en manœuvrant plus doucement. Lorsqu'après cette première opération, elle passe à la tête du pilot suivant, elle peut déposer une partie de son poids sur celui qu'elle a déja scié; lorsqu'elle entre dans le centre du pilotis, elle acquiert une grande stabilité pendant le mouvement du sciage, et sa manœuvre devient de plus en plus facile : enfin, le fer ne perdant qu'un septième de son poids dans l'eau, et la scie étant toujours froide, ses dents plus long-temps tranchantes, peuvent couper plusieurs pieux de suite et même quelquefois jusqu'à vingt.

ARTICLE XIV.

De l'opération et de sa vérification.

Planches IV, V, VI et VII.

58. Lorsqu'on a opéré une section, il faut retirer la feuille de scie avec le régulateur, et la faire rentrer derrière sa défense; ensuite, lorsque les grapins sont ouverts, on relève la machine de 6 pouces; après quoi on fait marcher le petit échafaud pour attaquer un autre pilot; alors on la laisse glisser et descendre le long du pieu jusqu'au point de la section, dirigée à peu près avec la sonde de fer, dont la longueur est exactement la même que la hauteur, qu'on a fixée depuis le dessus des planches horizontales dont j'ai parlé, et qui servent de mire; par un petit tâtonnement que l'usage rend très-facile, on trouve la feuille de scie, on arase parfaitement le haut de la sonde avec toutes les mires, et ayant aussi établi le niveau de la machine par les quatre montans gradués, on serre les grapins, qui embrassent fortement le pieu, avec des cordes bien tendues placées à leurs branches supérieures, et l'on commence le sciage.

59. Le succès de l'opératiou dépend alors de la personne qui tient le régulateur: car, si elle ne presse pas la scie contre le bois, les quatre ouvriers n'éprouvent aucune résistance; au contraire, si elle force beaucoup et qu'elle engage trop la scie dans le bois, les ouvriers sont arrêtés. Il est donc nécessaire, comme je l'ai dit, que la conduite du régulateur soit confiée à un homme intelligent (1).

60. Le temps de la section d'un pilot de 9 à 10 pouces ne duroit communément que trois ou quatre minutes. L'on connoît que la

(1) Cette opération étoit parfaitement connue des Ingénieurs Gauthey, Devorles, Pioche, Limai et Blain. Nous nous chargions nous-mêmes avec plaisir, M. de Voglio et moi, de cette manœuvre, et les élèves Ingénieurs s'en emparoient presque toujours.

section s'avance, par le mouvement de rotation que fait la partie du pieu que l'on retranche, et qu'on a soin de soutenir avec une corde; aussitôt que le pieu est recepé, on enlève l'about, et l'on doit ensuite rentrer la feuille de scie dans sa retraite, comme il vient d'être dit.

61. Lorsqu'un pilot a été battu au-dessous de la surface de l'eau avec un chasse-pieu, même jusqu'à 5 et 6 pieds, la préparation du sciage étant faite, on descend un tirefond de fer sur la tête du pilot, dans lequel on engage de 5 à 6 pouces la vis qui est disposée à cet effet, et avec le plus petit effort on soutient le tronçon coupé qui se met à flot très-facilement; ainsi on est sûr de receper tous les pilots, pourvu qu'ils excédent de 5 à 6 pouces le point de la section, et même de beaucoup moins.

62. Avant de détacher la machine fixée au pieu par les grapins, on place la sonde sur le pilot pour faire la vérification de la section avec les mires : on lâche ensuite les deux grapins dont les branches passent sous la machine, et si, par un hasard assez rare, le pieu se trouve trop élevé de 4 à 5 lignes, on baisse d'autant la machine, et l'on répète très-doucement l'opération, afin de ne point faire éclater le bois que l'on retranche, et on a la satisfaction de reprendre une calle qui s'élève d'elle-même sur l'eau. Nous avons fait plusieurs fois cette expérience devant des personnes qui désiroient connoître la perfection de la machine (1).

---

(1) Je pourrois citer, à l'appui de ce que j'avance, des expériences faites devant le Ministre de la guerre, des officiers généraux, des Anglais; M. de Bayeux, notre Inspecteur général; M. Peronnet, premier Ingénieur; M. de Regemorte, premier Inspecteur des turcies et levées; M. de Chezy, et beaucoup d'Ingénieurs présens à diverses opérations. Il y a maintenant trois de ces machines exécutées, à Saumur, à Lyon, et à Rouen; cette dernière, à laquelle j'ai fait quelques changemens en 1776, peut s'étendre jusqu'à 40 pouces au-delà du pieu qu'elle attaque.

Il y a à Pétersbourg un modèle que j'ai été chargé de faire exécuter à Rouen, et dont le Gouvernement français a fait présent à Paul Ier, Empereur de Russie.

ARTICLE XV.

Détail estimatif et composition de la machine.

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
PREMIER MOUVEMENT HORIZONTAL.			
DEMI-CERCLE.			
Le demi-cercle KK de la scie B, suivant			
son développement, compris les mâchoires	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
et les cordes ensemble, 80 pouces.	80 "		
Largeur, 2 pouces	2 "	106 8	
Épaisseur, 8 lignes.	" 8		
Les deux Branches (Y) *qui communiquent du cercle à la première coulisse.*			
Longueur ensemble, 30 pouces.	30 "		
Largeur	1 6	22 6	
Épaisseur.	" 6		
DEMI-CERCLE SUPÉRIEUR (X).			
Demi-circonférence.			
Longueur	48 "		
Largeur	1 6	30 "	
Épaisseur.	" 5		
Les deux branches du cercle.			
Longueur.	30 "		
Largeur	1 6	18 9	
Épaisseur.	" 5		
		177 11	

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
De l'autre part.	. . . . .	177 11	
Entretoise (ZZ) *supérieure à la première coulisse qui assemble les deux cercles et les deux branches.*			
Longueur.	44 "		
Largeur	1 6	22 "	
Épaisseur.	" 4		
Première coulisse (U).			
Longueur pour les deux côtés	122 "		
Largeur	" 9	68 7 6	
Épaisseur.	" 9		
Supports (SS) *de la coulisse.*			
Les trois roues avec leurs chapes contiennent ensemble 50 pouces cubes.	" "	50 "	
Branches (MM) *du cric assemblées dans la coulisse.*			
Longueur ensemble.	120 "		
Largeur	1 6	90 "	
Épaisseur.	" 6		
Les arcs-boutans (V).			
Longueur ensemble.	88 "		
Largeur	1 3	36 8	
Épaisseur.	" 4		
Les deux ferrures (JJ) *des assemblages.*			
Longueur ensemble.	16 "		
Largeur	1 3	6 8	
Épaisseur.	" 4		
		451 10 6	

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
Ci-contre.	. . . . .	451 10 6	
Deux entretoises (LL) *des centres des mouvemens.*			
Longueur ensemble.	48 "		
Largeur	1 6	24 "	
Épaisseur.	" 4		
Entretoises (TT) *des crics et supports des pignons.*			
Longueur ensemble.	66 "		
Largeur	1 3	27 6	
Épaisseur.	" 4		
Roues dentées et pignons.			
Les deux roues dentées (NO) avec leurs rayons d'assemblage ensemble.	. . . . .	52 "	
Les deux pignons ensemble	. . . . .	4 "	
Les deux grands leviers (HH) *ou bras de la scie.*	. . . . .		
Longueur ensemble.	236 "		
Largeur réduite	2 "	314 8	
Épaisseur.	" 8		
Total du premier mouvement.	. . . . .	874 " 6	291 5 $4\frac{4}{5}$
SECOND MOUVEMENT VERTICAL.			
Triangle équilatéral (P).			
Longueur ensemble.	150 "		
Largeur	1 6	93 9	
Épaisseur.	" 5		
		93 9	291 5 $4\frac{4}{5}$

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
De l'autre part.	. . . . .	93 9	291 5 $4\frac{4}{9}$
Entretien des leviers.			
Longueur.	50 "	41 8	
Largeur	2 "		
Épaisseur.	" 5		
La pointe qui reçoit la chape et la pointe du triangle sont évaluées à	. . . . .	10 "	
Deux balanciers (GG).			
Longueur ensemble.	192 "	192 "	
Largeur réduite	2 "		
Épaisseur.	" 6		
Les deux chapes qui assemblent le triangle aux balanciers font ensemble.	. . . . .	20 "	
Deux bras de fer (GGI).			
Longueur ensemble.	198 "	148 6	
Largeur	1 6		
Épaisseur.	" 6		
Poignées (I) *où sont appliqués les quatre hommes.*			
Longueur.	54 "	54 "	
Grosseur {	1 "		
Grosseur { sur	1 "		
Total du second mouvement	. . . . .	559 11	186 10 $1\frac{7}{9}$
GRAND PLATEAU EN FER.			
Plate-bandes (AAA) *servant de base au grand plateau.*			
Ces plates-bandes, au nombre de onze de différentes longueurs, ont ensemble. . . .	826 "	722 9	
Largeur	3 6		
Épaisseur.	" 3.		
		722 9	477 15 $6\frac{1}{9}$

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
Ci-contre.	. . . . .	722 9	477 15 6 $\frac{1}{9}$
Coulisses (R) *de conduite du triangle placé sur le derrière du plateau.*			
Longueur pour les deux côtés	144 "	108 "	
Hauteur	1 6		
Épaisseur.	" 6		
Plaque du fond de la coulisse.			
Longueur.	72 "	40 6	
Largeur	2 3		
Épaisseur.	" 3		
Supports de la coulisse.			
Les quatre supports font ensemble 8 pouces cubes	. . . . .	8 "	
Les deux garnitures qui soutiennent les deux balanciers contiennent, compris les chapes.	. . . . .	42 "	
Les deux garnitures qui assemblent les deux montans de derrière, contiennent ensemble.	. . . . .	60 "	
Garnitures des montans du devant.			
Les pièces de ces garnitures fixées sur le plateau font ensemble 14 pouces cubes	. . . . .	14 "	
Ferrures des deux coulisses (Q) *pour la chasse et le rappel de la scie.*			
Longueur pour les deux côtés	108 "	54 "	
Largeur	2 "		
Épaisseur.	" 3		
Garniture en fer de dessous les supports de la première coulisse.			
Longueur des trois bandes ensemble	66 "	22 "	
Largeur	2 "		
Épaisseur.	" 2		
		1,071 3	477 15 6 $\frac{1}{9}$

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
De l'autre part	. . . . .	1,071 3	477 15 $6\frac{2}{9}$
Bride du devant qui enveloppe les grapins.			
Pourtour	24 "	16 "	
Largeur	2 "		
Épaisseur.	" 4		
Bandes de fer (D) *qui défendent le devant du plateau du côté du pieu.*			
Longueur pour les deux bandes.	64 "	20 "	
Largeur	1 3		
Épaisseur.	" 3		
Total de la ferrure du grand plateau. . .	. . . . .	1,107 3	369 1 $2\frac{6}{9}$
FERRURES DU RECOUVREMENT DES MOUVEMENS ÉTABLIS SUR LE PLATEAU.			
Six montans chacun de 8 pouces de hauteur, avec des embases contenant ensemble 48 pouces cubes	. . . . .	48 "	
Les six écrous à queue	. . . . .	6 "	
Coulisses.			
Longueur ensemble.	44 "	13 9	
Hauteur	1 3		
Épaisseur.	" 3		
Total	. . . . .	67 9	22 9 $2\frac{6}{9}$
GRAPINS (FF).			
Longueur ensemble.	40 "	60 "	
Largeur réduite	1 6.		
Épaisseur.	1 "		
		60 "	869 10 $3\frac{3}{9}$

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en ponces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	ponc. lig.	liv. onc. gr.
Ci-contre.	. . . . .	60 "	869 10 3 1/9
Montant (EE) *des grapins.*			
Longueur ensemble, compris les embases. . .	288 "		
Grosseur {	1 2	392 "	
Grosseur { sur	1 2		
Deux clefs (*bb*).			
Longueur ensemble.	72 "		
Grosseur {	1 "	72 "	
Grosseur { sur	1 "		
Total	. . . . .	524 "	174 10 5 1/9
MONTANS (CC) DE LA MACHINE SERVANT A LA DESCENDRE ET A LA RELEVER.			
Ces quatre montans sont composés chacun de trois pièces de fer et de cent huit fuseaux, qui s'engrainent dans les pignons des crics.			
DÉTAILS D'UN MONTANT (C).			
Pièces principales.			
Longueur.	144 "		
Largeur	" 9	108 "	
Épaisseur.	1 "		
Pièces de côté qui assemblent les fuseaux.			
Longueur ensemble.	288 "		
Largeur	2 "	144 "	
Épaisseur	" 3		
Cent huit fuseaux pèsent en total 18 livres, évaluées	. . . . .	54 "	
		306 "	1,044 5 " 1/9

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
De l'autre part.	. . . . .	306 "	1,044 5 " 1/9
Étrier (*c*) *des quatre montans.*			
Longueur ensemble.	190 "		
Grosseur {	1 "	190 "	
Grosseur { sur	1 "		
Total pour un montant	. . . . .	496 "	
Et pour les quatre ensemble	. . . . .	1,984 "	661 5 2 6/9
LES QUATRE CRICS.			
Chaque cric est composé de quatre montans (*ffff*) et de quatre traverses (*gggg*), d'un pignon (*i*), d'une roue dentée (*l*), et d'une autre taillée en rochet (*h*); tous trois portés sur un axe avec une manivelle.			
Détail d'un cric.			
Le montant, longueur ensemble	40 "		
Grosseur {	" 9	25 "	
Grosseur { sur	" 10		
Quatre traverses.			
Longueur ensemble.	29 "		
Grosseur {	" 9	16 3 9	
Grosseur { sur	" 9		
Le pignon contient	. . . . .	2 "	
La roue du rochet	. . . . .	8 "	
La roue dentée évaluée à	. . . . .	12 "	
L'axe qui porte le pignon	. . . . .	6 "	
		69 3 9	1,705 10 3 5/9

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
Ci-contre.	. . . . .	69 3 9	1,705 10 3 $\frac{1}{9}$
Manivelle, compris le développement du coude.			
Longueur.	26 "		
Grosseur {	" 9	14 7 6	
sur	" 9		
Quatre boulons.			
Longueur ensemble.	40 "		
Grosseur {	1 "	40 "	
sur	1 "		
Total d'un cric.	. . . . .	123 11 3	
Pour les quatre ensemble	. . . . .	495 9 0	165 4 "
MONTANT (*d*) DU RÉGULATEUR.			
Longueur, compris la base.	168 "		
Grosseur {	1 3	262 6	
sur	1 3		
Chef (*a*) *du régulateur.*			
Longueur.	36 "		
Grosseur {	1 "	36 "	
sur	1 "		
Ferrures des coulisses des bras de force (I).			
Longueur pour les quatre barres	180 "		
Grosseur {	" 9	101 3	
sur	" 9		
Les quatre bandes pour retenir ces coulisses, évaluées à.	. . . . .	48 "	
		447 9	1,870 14 3 $\frac{1}{9}$

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	DIMENSIONS en pouces et lignes.	CUBE DU FER en pouces et lignes.	RÉDUCTION en liv. de 16 onc., en prenant 3 p°. cubes par liv., comp. le déchet.
	pouc. lig.	pouc. lig.	liv. onc. gr.
De l'autre part	. . . . .	447 9	1,870 14 3 $\frac{4}{9}$
Garniture des tasseaux.			
Longueur des plaques.	160 "	60 "	
Grosseur {	1 6		
Grosseur { sur	" 3		
Étriers de fer qui assemblent les tasseaux sur l'échafaud.			
Longueur pour les deux.	86 "	43 "	
Hauteur	2 "		
Épaisseur.	" 3		
Quatre boulons évalués avec leurs écrous. . .	. . . . .	28 "	
Les cinq boulons qui assemblent le demi-cercle du levant ont chacun 5 pouces de longueur, et cubent ensemble.	. . . . .	14 "	
Les pivots des centres de mouvement ont chacun 9 pouces de longueur, et cubent, compris leur base	. . . . .	36 "	
Total	. . . . .	628 9	209 9 2 $\frac{4}{9}$
La sonde en fer pour la vérification du niveau de 12 pieds de longueur, cube 6 pouces . .	. . . . .	6 "	2 " "
Total du poids du fer employé dans la machine	. . . . .	. . . . .	2,082 7 6 $\frac{2}{9}$
Les 2,082 livres 7 onces 6 gros $\frac{2}{9}$ de fer de choix sont revenues, compris fournitures, façons, ajustemens, épreuves et déchet, à 15 sols la livre; ensemble, à la somme de.			liv. sous den. 1,561 17 3
			1,561 17 3

DÉTAIL DES PIÈCES composant la machine à scier.	CUIVRE JAUNE.	CUIVRE ROUGE.	DÉPENSES.
	liv. onc.	liv. onc.	liv. sous den.
Ci-contre.	. . . . .	. . . . .	1,561 17 3
Garniture en cuivre.			
Les quatre rouleaux de cuivre jaune qui portent les leviers horizontaux de la scie pèsent ensemble.	7 10		
Les six rouleaux de cuivre jaune appliqués au bras de force, ensemble.	5 "		
Quatre autres plus petits, appliqués au même bras	3 "		
Les rondelles en cuivre jaune pèsent ensemble	17 8		
Les quatre grandes plaques (*eeee*) de cuivre rouge, portant sur le chassis du plateau pour la manœuvre des grands leviers, pèsent ensemble	. . . . .	28 "	
Les deux rouleaux de cuivre jaune de la coulisse du derrière du plateau pèsent.	1 11		
Total du poids du cuivre.	34 13	28 "	
Les 34 livres 13 onces de cuivre jaune à 30 sols			52 4 4
Les 28 livres de cuivre rouge à 40 sols			56 " "
Prix du fer et du cuivre			1,670 1 7
Petit échafaud roulant portant la machine.			
Cet échafaud, suivant les dimensions indispensables et proportionnées au service de la machine, portant un pavillon en toile pour faciliter en tout temps l'opération du nivellement, est revenu, suivant mes attachemens, à.			223 18 4
Le grand échafaud roulant sur l'appontement, dont on a donné plus haut la description, a coûté également, pour fournitures et façon			307 " "
TOTAL GÉNÉRAL du prix de la machine à scier les pieux à 10, 12 et 15 pieds de profondeur dans l'eau			2,200 19 11

ARTICLE XVI.

Du recepage des 116 pieux de fondation de la deuxième pile, à 7 pieds 4 pouces au-dessous de l'étiage.

64. Tout étant disposé convenablement, je fis monter le petit échafaud de la machine sur le grand qui étoit déja sur l'appontement de l'enceinte de la pile; ensuite je passai à la forge pour faire monter le mouvement de la machine.

65. L'opération est des plus simples; les quatre crics du petit échafaud étant saisis chacun d'un montant qui s'engraine dans leurs fuseaux, on descend ces montans parallèlement entre eux au-dessus de la surface de l'eau; alors tous les mouvemens de la machine assemblée et portée sur deux petits bateaux accouplés, se présentent dessous, et quatre hommes posent en même temps les tourillons à clavettes qui attachent ces montans à la machine; ensuite les ouvriers montent sur l'échafaud, et chacun s'empare d'un cric; en cinq et six tours ils élèvent tous les mouvemens d'un pied ou deux, les mettent de niveau suivant des repères, et la machine ainsi suspendue, on retire les bateaux, et l'on est en état d'opérer en la plongeant dans l'eau.

66. M. de Voglio présent fixa la section des pieux à 7 pieds 4 pouces au-dessous de l'étiage, pour avoir 6 pieds de maçonnerie et 14 pouces de plate-forme en bois composant le fond du caisson.

Le premier pieu avoit 17 pouces de grosseur en couronne. Cet Ingénieur donna le coup de niveau, et se chargea de conduire le régulateur; mais, par les raisons dont j'ai parlé, la machine n'ayant d'abord d'autre point d'appui dans l'eau que celui de ses grapins, balançoit et vacilloit: on mit 13 minutes à couper le pieu, dont

la section se trouva de 14 pouces de diamètre, mais parfaitement plane. On posa la sonde de fer sur le pieu pour en faire la vérification, et l'extrémité du haut de cette sonde se trouva exactement au niveau des mires; mais il a été nécessaire d'opérer avec la même attention pour couper les trois premiers pieux : après quoi, dans les opérations suivantes, lorsque le coup de mire étoit donné, et les grapins très-serrés, la machine, portant sur les pieux déja coupés, ne vacilloit nullement, comme je l'ai dit plus haut.

67. Il est bon de prévenir d'un effet auquel nous ne nous attendions pas. Notre grand échafaud ayant 24 pieds de portée, fléchissoit dans son milieu, le poids de la machine étant d'environ 12,000 livres compris son petit échafaud, et les quatre à cinq personnes occupées à l'opération; mais, lorsqu'elle approchoit des bords de l'appontement, elle acquéroit nécessairement plus de stabilité, et cet effet a occasionné quelques différences de 3 à 4 lignes dans les premières sections. Nous avons eu la patience de les reprendre et de recouper ces excédens avec une exactitude surprenante; alors la précision de la machine fut complètement reconnue et prouvée le 5 septembre, et signée sur mon journal par M. Bayeux, notre Inspecteur général, qui donna lui-même les coups de niveau sur 8 pilots qui furent recepés devant lui.

68. J'avois l'attention de faire porter sur le rivage tous les tronçons des pieux bien numérotés et empilés pour en vérifier le nombre, afin qu'on n'en laissât pas échapper dans le fond de l'eau.

69. Le recepage des 116 pieux, commencé le 31 août, fut fini le 11 septembre, c'est-à-dire, en douze jours. Les journées les plus favorables furent celles du 10 et du 11, où il en fut coupé vingt et vingt-deux.

Enfin, la machine étant roulée du côté d'amont, elle fut enlevée

au-dessus de l'eau. Deux bateaux accouplés la reçurent de la même manière qu'elle avoit été apportée.

70. La vérification faite avec grand soin, assura que toutes les sections étoient bien horizontales; mais, comme il devoit rester six pouces de vide entre la maçonnerie et le dessous du caisson, plusieurs idées furent proposées à M. de Voglio : particulièrement celle de répandre 6 pouces de glaise dans la totalité du pilotis; mais il craignit, avec raison, qu'elle ne se déposât sur les pieux, et qu'elle ne dérangeât le niveau que nous avions vérifié, et reconnu être exact.

ARTICLE XVII.

Observations générales.

71. Il est généralement reconnu que quatre charpentiers appliqués dans un chantier à une grande scie, emploient ordinairement douze, quatorze et quinze minutes pour couper une poutre de chêne de 15 ou 18 pouces de diamètre, qu'ils sont obligés de se reposer un instant au milieu de l'opération, que la scie est brûlante, et qu'ils emploient de la graisse pour la rafraîchir et la faire couler si le bois est dur; et que d'ailleurs, ils sont forcés de limer leur scie après trois ou quatre sections semblables, pour refaire les dents qui sont trop arrondies.

72. Au contraire, l'opération faite avec la machine dans l'eau éprouve une facilité étonnante; le fer ne s'échauffe point; la sciure du bois, enlevée par le mouvement et par l'eau, laisse la section très-libre, et l'attaque de la scie sur le bois est toujours fraîche. Il arrive aussi que la partie supérieure du pieu se détache peu à peu, en ne cherchant qu'à s'élever avec le fluide et sans serrer la lame de la scie.

73. Par le résumé du journal du sciage des 116 pieux, on en

voit beaucoup qui ont été coupés en trois, quatre, cinq et six minutes. On peut juger aussi, d'une manière prise plus en grand, du temps réduit employé aux changemens de place de la machine, puisque, dans la douzième journée d'expérience, on en a recepé jusqu'à vingt-deux en douze heures, ou sept cent vingt minutes, qui, divisées par vingt-deux, nombre des pieux, donnent pour le temps réduit d'une section trente-deux minutes, compris le déplacement des échafauds et les fausses manœuvres indispensables.

J'ai cru devoir développer avec la plus grande exactitude tous les détails du jeu de cette machine aussi économique que simple, qui nous procure l'avantage d'employer les caissons pour toutes les fondations à faire dans l'eau et même à la mer, en évitant la dépense des batardeaux et des épuisemens continuels de nuit et de jour, et au moyen de laquelle nous établissons les édifices les plus difficiles, à de grandes profondeurs, en leur donnant toute la solidité possible, et nous prévenons les événemens que nous avons vu arriver depuis aux ponts d'Orléans et de Tours.

74. Il convient aux Ingénieurs des Ponts et Chaussées de se pénétrer de ces avantages et de chercher les moyens de perfectionner cette méthode, dont l'exécution n'est point aussi embarrassante qu'on a voulu le faire entendre. J'ai fait faire sous mes yeux, secondé de plusieurs de mes camarades, près de trois mille sections dans l'eau avec autant de succès qu'il est possible. C'est à l'Ingénieur habile qu'il appartient d'agrandir la sphère des connoissances acquises, soit en se livrant à la recherche de procédés nouveaux, soit en travaillant au perfectionnement de ceux dont on est redevable à des hommes plus heureux.

ARTICLE XVIII.

Construction des caissons.

75. Le succès du recepage du pilotis de cette première pile à 7 pieds 1 pouce sous l'étiage, fit désirer à l'assemblée des Ponts et Chaussées, que nous descendissions les fondations des autres piles à 12 pieds; ce qui donnoit environ 11 pieds de hauteur de maçonnerie, déduction faite de l'épaisseur de la plate-forme du caisson.

76. Il devoit résulter de cette nouvelle disposition des changemens dans la hauteur des caissons. Les bords en furent portés jusqu'à 18 pieds, au lieu de 10 qu'avoient les premiers; ce qui exigea de notre part des manœuvres différentes. Je crois, en conséquence, devoir présenter le détail d'un des plus grands caissons: les opérations relatives à son exécution seront plus intéressantes à connoître, et pourront en même temps devenir utiles pour la construction de ceux qu'on voudroit établir, quelles que soient les dimensions qu'on ait à leur donner.

77. N'ayant rien trouvé, ni dans les chantiers de la marine à Rochefort, ni dans les mémoires de Labeyly, qui soit relatif à la construction de nos caissons, il fallut concevoir une méthode qui répondît à l'importance de nos travaux, et trouver sur-tout un moyen simple et en même temps certain pour séparer les bords de notre caisson du fond sur lequel devoit être établie la maçonnerie.

Dimensions principales du fond, extraites du devis.

Planche II. (*fig.* 1, 2, 3, 4, 5 et 6).

78. « Le fond du caisson aura 48 pieds de longueur sur 20 » pieds de largeur de dehors en dehors; les extrémités seront ter- » minées en avant-bec, ou triangle isocèle, dont la base sera la » largeur du corps carré de la pile, et les deux côtés pris hors » œuvre auront chacun 13 pieds 3°; il sera composé d'un fond » en plein bois tenant lieu de grillage, et construit de la manière » suivante.

79. » Le pourtour de ce grillage sera formé par un cours de » chapeaux conforme aux dimensions générales qui viennent d'être » prescrites; ils auront 16 et 18 pouces d'équarissage; les 18 pouces » seront sur la largeur et les 16 sur la hauteur. Ils seront assem- » blés dans leur longueur en traits de Jupiter avec la plus grande » précision. A leurs rencontres avec les épaulemens des avant- » becs, ils seront seulement en recouvrement à mi-bois, ainsi qu'à » la pointe des avant-becs.

80. » Il sera pratiqué dans leur pourtour intérieur une feuillure » de 4 pouces de largeur et de profondeur pour recevoir les abouts » des racinaux jointifs qui rempliront toute la superficie du fond, » en observant que ces racinaux de 3 pieds en 3 pieds, porteront » des queues d'hironde entaillées au-delà de la feuillure, et le » reste simplement posé en pomme grasse, remplissant la feuillure » et d'affleurement aux chapeaux.

81. » Toutes ces pièces étant assemblées, elles seront liées entre » elles par des chevilles de bois d'un pouce de grosseur, avec l'at- » tention que le trou ne traverse pas la pièce par dessous, afin

» que les chevilles ne soient pas en saillie sous la plate-forme du » caisson, et n'en dérangent pas le contact avec les pieux recepés; et » pour donner plus de liaison et de solidité à ces chevilles, elles » porteront avec elles, et à leur pointe, un coin de bois qui, étant » chassé de deux manières, et par la cheville et par la résistance » du fond, formera une seconde tête qui rendra la sortie de la » cheville absolument impossible, et sur-tout dans l'eau, qui aug- » mentera leur volume.

82. » Ces premières dispositions faites, et tous les joints ou- » verts par un double chanfrein d'un pouce de vide, on y frappera » un cordon de mousse de chêne, couvert d'un gavet cloué, dont » nous donnerons les détails plus en grand.

83. » On a cru devoir, pour la plus grande solidité, et par » rapport à la charge que le fond du caisson devoit porter, lier » encore les deux côtés des chapeaux, par trois grandes barres de » fer de 20 pieds de longueur et 2 pouces de grosseur, traversant » ces chapeaux, et incrustées dans des rainures qui longent les raci- » naux, pour être ensuite parfaitement serrées dans leurs extrémités » par des écrous également en fer, de 4 pouces sur 4 et 2 pouces » d'épaisseur, et tarraudés à pas carrés.

84. » Tous les abouts des racinaux et les queues d'hironde » seront recouverts, dans tout le pourtour des chapeaux, d'une lon- » guerine de 8 pouces de hauteur et 10 pouces de largeur, fixée dans » le chapeau de 3 pieds en 3 pieds par des boulons de 15 lignes » de grosseur, dont les têtes seront incrustées et d'affleurement au » dessous des chapeaux.

85. » Comme il nous faut une seconde pièce de pourtour ou » longuerine pour recevoir les clefs, ou courroies des bords, cette » pièce, de 12 pouces de hauteur et 8 de largeur, sera également » établie sur les racinaux, et boulonnée dans deux sens, savoir:

» à travers les racinaux, et latéralement avec la première lon-
» guerine; après quoi, tout l'espace renfermé entre ces dernières
» pièces, sera recouvert de madriers jointifs de 4 pouces d'épais-
» seur, posés suivant la longueur du caisson, pour couper à angles
» droits les joints des racinaux sur lesquels ils seront solidement
» chevillés; il résulte que l'épaisseur totale du fond est, par ce
» moyen, de 14 pouces, et la superficie de sa base de 1160 pieds
» carrés. »

Dimensions et détail de la construction des bords.

86. Les fondations des dix piles, et de la seconde culée du pont du côté de la ville, ayant varié depuis 7 pieds 4°, jusqu'à 15 pieds 3°, je crois devoir détailler un caisson comme pour une fondation moyenne de 12 pieds de profondeur.

87. Labeyly avoit employé des moyens très-compliqués pour assembler les fonds de ses caissons avec les bords, ces derniers étant percés de vannes pour introduire l'eau dans l'intérieur : ils étoient d'ailleurs divisés en plusieurs parties en forme de vannage pour en faciliter la démolition; nous ne devions pas suivre le même procédé, M. de Voglio ayant eu dessein de construire toute la maçonnerie à sec et sans introduire les eaux dans les caissons.

88. Nous balançâmes cependant quelques instans à nous décider si nous ne ferions pas les bords par tranches horizontales dans tout le pourtour, en les plaçant successivement et à mesure que le caisson auroit pris un plus grand tirant d'eau; mais prévoyant que toutes les différentes manœuvres qu'il auroit fallu faire au milieu de la rivière et souvent par des temps contraires, deviendroient difficiles, et retarderoient considérablement l'ouvrage de la maçonnerie dans les instans les plus précieux, nous aban-

donnâmes cette idée, et nous prîmes d'autant plus volontiers le parti de les élever en deux pièces, qu'ayant reconnu que chaque côté des bords, pris dans toute leur longueur d'une pointe à l'autre, ne devoit peser qu'environ 54 milliers sur 18 pieds de hauteur, il nous étoit possible de les enlever.

Il ne nous restoit plus qu'à trouver des moyens également propres à fixer très-solidement les bords au fond du caisson qui, pendant la construction de la maçonnerie, pouvoit être chargé d'environ 2,600,000 livres avant d'échouer, et à faciliter ensuite l'opération de l'enlèvement des bords.

89. La hauteur des bords étant déterminée à 16 pieds au-dessus du fond, ils furent composés de vingt-quatre cours de bordages ou poutrelles d'environ 9 pouces de hauteur et 6 d'épaisseur, en bois de chêne, posés horizontalement les uns sur les autres. Chaque cours avoit de longueur, d'une pointe à l'autre du caisson, 72 pieds. Ces poutrelles étoient assemblées à mi-bois à leur rencontre dans les épaulemens, chevillées en bois dans toute leur hauteur, de deux en deux cours, observant que les chevilles fussent placées alternativement et de manière à ne point se nuire.

90. Pour conserver les angles formés par les épaulemens et donner la solidité nécessaire aux bords, pendant toutes les manœuvres de leur enlèvement et de leur transport, nous les fîmes doubler de madriers de 4 pouces d'épaisseur, posés verticalement, dont un principal dans l'angle, ayant 18 pouces de largeur à côté de deux autres chacun de 12° de largeur; le tout bien chevillé en bois traversant toutes les poutrelles, et les deux bouts des chevilles frappés d'un coin de bois.

91. Il a été posé en outre sur la hauteur de ces madriers de recouvrement trois courbes de 8 pieds de longueur et 8° d'épaisseur, disposées pour envelopper ces madriers, également chevillées en bois

par de fortes gournables de chêne, le tout ajusté et posé avec la plus grande précision.

92. Dans l'extrémité des bords et en dedans, il a été également fait sur toute la hauteur un doublage de madriers de 4 pouces, posés perpendiculairement et chevillés avec les mêmes précautions que les précédens. Entre ces madriers et ceux de l'angle, formant le pan coupé de l'avant-bec, on a placé un doublage de madriers de 4 pouces d'épaisseur et 12 de largeur; plus, cinq autres doublages posés verticalement dans la longueur des bords et entre les épaulemens, divisés également dans cette distance, et soutenus par des écharpes établies diagonalement suivant les coupes et profils des dessins ci-joints. (*Voyez* planche II.)

Calfatage.

93. Quant au calfatage des joints de toutes ces pièces, nous nous sommes déterminés à suivre les *féries* dont on fait usage pour tous les grands bateaux de la Loire, et de préférence au chanvre ou étoupes qu'on emploie pour étancher les navires. Voici l'opération :

94. On prépare d'abord les deux arêtes des joints par des chanfreins pour leur donner au moins un pouce d'entrée; on y introduit ensuite un cordon de mousse de chêne, ficelée sur à peu près 2 pouces de grosseur, que l'on chasse à grande force avec des ciseaux de fer arrondis et non tranchans, frappés avec un maillet ferré, de sorte que cette mousse se réduit à un corps très-dur qui remplit exactement le joint; alors on a des lattes de chêne continuellement trempées dans l'eau et préparées sur un pouce de largeur, arrondies d'un côté sur le plat et percées de trous de 2 pouces en 2 pouces, avec lesquels on couvre le cordon de mousse, ayant l'attention, en les clouant, de chasser les clous alternativement d'un côté du joint et de l'autre, comme pour lier les deux

côtés ensemble, à l'exception des joints des bords des caissons qui, dans tout leur contour inférieur, posent sur les chapeaux, et dont les lattes ne doivent être attachées qu'aux bords des caissons, afin qu'ils n'offrent point de résistance lorsqu'on les renverse pour les séparer du fond. Cette manière de rendre les joints étanchés, étant bien exécutée, réussit parfaitement.

95. On se sert quelquefois d'un moyen aussi solide, mais qui demande un peu plus de soins, dans les angles ou double-retours des joints. On chasse avec effort, au lieu du cordon de mousse de chêne, dans les joints aussi ouverts du chanfrein, de petites tringles de bois tendre, comme du saule, du tilleul, ou du marceau, que l'on recouvre, de 2 pouces en 2 pouces, de petits crampons de fer à deux pointes, qui entrent des deux côtés du joint. Lorsque ces joints sont plongés dans l'eau, ces bois tendres se gonflent prodigieusement et interceptent le passage des filtrations.

Courroies.

96. M. de Voglio adopta le nom de courroies, qu'avoit donné Labeyly aux tiges ou barres de fer qui descendoient le long des bords de ses caissons pour les attacher avec le fond; mais, ainsi que je l'ai dit, n'ayant aucune donnée sur les moyens mécaniques, nous les remplaçâmes avec des pièces de bois doubles, tant pour le dehors que pour le dedans des bords. Leur partie supérieure étoit en recouvrement sur les bords, et ne pouvoit descendre sans s'échapper du haut; ce qui ne pouvoit s'opérer qu'après qu'elle avoit été parfaitement dégagée des entretoises supérieures, qui traversoient toute la largeur du caisson. L'extrémité inférieure de ces courroies, étant coupée en demi-queue d'hironde et serrée d'un coin de bois, devoit en faire toute la solidité.

97. Mais comme nous nous attendions bien que cet assemblage devoit se gonfler dans l'eau, et que la désunion seroit difficile, au moyen de ce que cette opération ne pouvoit avoir lieu qu'après la perfection de la maçonnerie, il étoit très-important de conserver le caisson étanché, autant que nous le jugerions nécessaire, et même après l'enlèvement des entretoises qui pourroient nuire à l'élévation de la maçonnerie de la pile au-dessus des bords ; nous trouvâmes le moyen d'y remédier.

98. Tous ces inconvéniens disparoissent avec la seule précaution de donner 2 pouces de vide dans le fond de la mortaise du bas; car, après avoir ôté les vis à écroux du haut des courroies, si on les écarte au-delà de l'épaisseur des bords, et qu'on frappe dessus la demi-queue d'hironde, elle tombe dans le vide des 2 pouces, et le coin n'ayant plus d'action, le tout s'enlève à la main.

99. Deux percussions d'une masse de dix livres et différemment appliquées font donc tout le succès de cet assemblage, c'est-à-dire, qu'en frappant sur la tête du coin, on attache les bords avec le fond, et en frappant au contraire sur la courroie, on les détache.

Telle est toute la construction du caisson; il ne reste que quelques formes additionnelles indispensables à donner pour en connoître tous les détails, lorsqu'il sera monté sur son chantier et qu'il s'agira de le lancer à l'eau.

ARTICLE XIX.

Appontemens ou chantier pour la construction du caisson et sa mise à l'eau.

Planches VIII et IX. (*fig.* 1, 2, 3 et 4).

100. Labelye, qui avoit eu la facilité de saisir les heures de la haute mer qui lui convenoient, pour mettre à flot un caisson à fond plat et sans quille, d'une superficie de 2,400 pieds carrés, se contenta de le construire sur un échafaud au-dessus de l'eau. Son moyen consistoit en plusieurs châssis de charpente distribués sur la longueur du caisson et dont les patins du bas, arrondis en forme de charnière, lui permirent d'abattre tous ces châssis à la fois, et de lancer son caisson à la mer à peu près comme on le fait pour les navires ordinaires.

101. Nous n'avions pas ces avantages à Saumur. Au contraire, dans la belle saison, la rivière de Loire est souvent très-basse, et quoique notre caisson, d'une superficie de 1160 pieds, ne dût prendre qu'environ 2 pieds d'eau, il auroit fallu donner une grande élévation aux châssis, pour porter le caisson en avant, et au moins de la moitié de sa longueur, pour trouver plus de 12 pieds d'eau au bout de sa course, si nous avions voulu, comme ce constructeur, lancer le caisson dans sa longueur; d'ailleurs, cette manière nécessitant une course de 72 à 80 pieds d'étendue, elle auroit immanquablement fait arquer la plate-forme, ou briser le fond du caisson qui n'avoit que 14 pouces d'épaisseur, par la résistance infinie qu'il auroit éprouvée de la part du fluide. Nous avons donc été obligés d'employer d'autres moyens.

102. Le plus simple nous parut de lui donner la course sur sa largeur de 20 pieds et dans le sens de la longueur des racinaux, qui pouvoient avec toutes leurs forces réunies mieux supporter le choc du fluide, et ne point arquer dans le peu de temps que dureroit sa course.

103. Une cale, établie en pente sur le rivage, à laquelle il eût fallu donner 80 pieds de longueur, comme celle du caisson, et 30 de largeur, auroit exigé des épuisemens dans sa construction et ne nous auroit pas dispensés d'un appontement très-solide, pour pouvoir monter les bords du caisson perpendiculairement sur le fond, et non obliquement comme les vaisseaux sur leur chantier. Il ne restoit à suivre que les dispositions d'un appontement au moyen de coulisses inclinées, pour lui faire prendre sa course.

104. Comme M. de Voglio avoit préféré d'enlever les bords en deux parties, ayant chacune 72 pieds de longueur et formant un poids d'environ 54 milliers, il étoit indispensable de nous ménager des moyens suffisans pour qu'après les avoir transportés par eau, nous pussions les disposer parallèlement à l'appontement sur lequel un nouveau fond de caisson étant monté, ces bords fussent reposés exactement. Cette manœuvre intéressante est parfaitement exprimée dans la *planche* IX; mais la cale inclinée que nous aurions pu faire pour lancer le caisson à l'eau, ne nous auroit pas procuré, comme je l'ai dit, la même facilité dans la pose des bords.

105. Je fis choix d'un endroit très-commode à portée des chantiers de construction, où je trouvai la quantité d'eau dont j'avois besoin. On battit, au refus du mouton, trois files de pieux parallèles espacés de 3 pieds de milieu en milieu sur la largeur, et autant sur la longueur, formant 24 pieux liés ensemble sur la largeur par une traverse de 22 pieds de longueur.

106. Toute la file du côté du large fut recepée et coiffée d'un

chapeau dont le dessus étoit au niveau de l'étiage; ceux du second rang et du troisième furent fixés à 3 pieds plus haut, pour établir à cette hauteur le dessous des chantiers qui devoient recevoir l'assemblage du caisson, et en même temps favoriser sa course lorsqu'il seroit question de le mettre à flot.

107. La différence de 3 pieds, du premier chapeau aux deux autres, fut rétablie par autant d'étaies que les abouts des chantiers pouvoient en exiger, et avec la plus grande solidité, celle dont on avoit besoin pour monter d'abord, non seulement le premier caisson par parties, mais les bouts des autres transportés en deux parties.

108. Ces huit chantiers ou coulisses avoient 30 pieds de longueur et 12 à 15 pouces d'équarrissage; ils portoient, dans leur milieu et dans le dessous, une chantignole saillante de 15 pouces, recreusée du côté de l'eau pour rouler sur le chapeau du milieu, arrondie à cet effet à la rencontre de chaque grande coulisse; de manière qu'en retirant les étaies de la file des pieux du côté de l'eau, et inclinant ces coulisses, leur dessus devoit prendre la pente d'un plan incliné de 20 degrés, sur lequel le caisson devoit nécessairement glisser.

109. L'appontement fini de cette manière et bien nivelé, on fit la pose du fond du premier caisson, observant de porter le centre de gravité de 6 pouces du côté des terres, par les raisons qui seront détaillées ci-après. On continua la façon de tous les assemblages solidement arrêtés, et les écrous des trois grandes barres de fer transversales étant bien serrés, on remplit toute la plate-forme des madriers déjà ajustés, et l'on exécuta avec le plus grand soin la férie ou calfatage des joints, suivant le procédé détaillé ci-devant.

110. Je fis faire l'épreuve de la solidité des joints du fond par une couche d'eau d'un pied de hauteur enlevée avec une pompe, et qui couvroit toute la superficie du madrier, et j'eus la satis-

faction de voir que l'eau s'y maintenoit parfaitement, et qu'il fallut la vider avec des écopes.

111. On commença successivement la pose des poutrelles des bords dans toute leur hauteur, avec le doublage en madriers, dans les endroits indiqués ci-devant, la pose des courbes des épaulemens, les assemblages des onze doubles courroies, ainsi que les neuf entretoises du haut, enfin on parvint à la perfection de toute la charpente et du calfatage suivant les procédés usités.

Ferrures.

112. Pour fixer les courroies le long des bords, je fis placer à des distances égales sur la hauteur de chacune quatre boulons, ayant 20 pouces de longueur et 12 lignes de diamètre, les têtes placées en dehors et la partie de l'écrou en dedans; mais ces écroux portoient de ce côté une queue de 10 pouces de long, servant à les serrer et à les desserrer à volonté; et ces quatre boulons, enveloppés de mousse bien frappée, servoient à contenir parfaitement l'eau.

113. Je fis adapter aussi huit parties de chaînes de fer dans la longueur des bords pour faciliter la manœuvre de leur enlèvement et de leur transport. Enfin, pour les contenir ensemble et le plus promptement possible, lorsqu'ils seroient reposés sur un nouveau fond, je fis disposer en dedans de leurs extrémités des avant et arrière-becs, deux grands crochets de 4 pieds de longueur, pour assembler fortement les pointes, et particulièrement lorsque les entretoises du haut du caisson seroient enlevées, pour continuer la maçonnerie de la pile au-dessus des bords.

Tracé du plan de la pile sur le fond du caisson.

114. Le caisson fini le 25 août, je fis la vérification de son parfait niveau, et je traçai sur le fond le plan du contour de la première assise en retraite, en ayant égard à la sur-élévation que nous voulions donner de plus à notre maçonnerie.

Observations sur l'exécution de la maçonnerie.

115. Le niveau du caisson devant varier à chaque instant, en raison des différens blocs qu'on y descendoit pendant sa flottaison, et les aplombs de la maçonnerie ne pouvant se vérifier par les moyens ordinaires, je profitai de l'exactitude avec laquelle le fond avoit été établi sur l'appontement, pour repérer six points reportés bien perpendiculairement du fond aux entretoises supérieures du caisson, au moyen de six petits crampons dans lesquels une ficelle ordinaire pouvoit passer, et que je fis placer aux extrémités des avant et arrière-becs et des quatre épaulemens. Ces ficelles bien tendues du bas en haut, se dégauchissant parfaitement entre elles, devoient servir de règle aux maçons pour former leurs aplombs, quelles que fussent les inclinaisons que pouvoit prendre le caisson. Cette disposition fut bien entendue de l'appareilleur et des poseurs; elle nous a procuré la satifaction de faire échouer notre caisson sur les pieux parfaitement de niveau, et la maçonnerie dans un aplomb très-exact.

116. Pour pouvoir juger, pendant la manœuvre, de la maçonnerie, et sans interrompre les travaux de soixante à quatre-vingts hommes, je me préparai la facilité de vérifier le tirant d'eau que prendroit le caisson sur sa longueur. Je fis placer à cet effet et au dehors des quatre épaulemens et des avant et arrière-becs, des échelles

graduées de pouce en pouce, peintes en blanc sur un fond noir, de manière que pendant la manœuvre, les Ingénieurs étoient à même de faire charger le caisson aussi régulièrement qu'il étoit possible, en évitant absolument le gauche de la plate-forme qui pouvoit faire ouvrir les joints de la charpente. En un mot, tous les niveaux de maçons et les aplombs furent conservés jusqu'à l'instant où le caisson fut échoué sur les pilots.

Coulisses de conduite.

117. Il falloit aussi prévoir les moyens de contenir le caisson une fois rendu entre l'échafaud d'enceinte, et de le placer d'alignement sur la ligne capitale du projet et parallèlement à la première pile, en suivant les procédés arrêtés avec l'Ingénieur en chef, pour établir le caisson de manière à ce qu'il ne pût que s'enfoncer peu à peu et sans sortir des directions générales; je fis placer quatre grandes coulisses de 6 pieds de hauteur recreusées d'une gorge ronde de 6 pouces de profondeur, posées bien perpendiculairement en dehors du caisson près des épaulemens, et saillantes de 18° au-dessus des bords, pour recevoir, comme on le verra par la suite, des tasseaux conducteurs en bois, également arrondis et très-solidement assujétis sur l'échafaud d'enceinte, mais qui glissoient dans ces gorges et devoient nous rendre absolument maîtres de la pose du caisson sur les pieux recepés.

118. M. de Voglio voulant prévenir les craintes et les critiques qui auroient pu s'élever sur nos opérations, pria M. Trudaine de donner des ordres à M. Bayeux, notre Inspecteur général, de se rendre à Saumur pour être présent à la fondation de cette première pile, afin d'en rendre un compte exact au conseil des Ponts et Chaussées.

ARTICLE XX.

Opération pour mettre le caisson à l'eau.

119. Pour empêcher que le poids du caisson, incliné sur les coulisses, ne fît changer la situation verticale de ses bords, j'ai eu la précaution de mettre dans son intérieur cinq grandes étaies dont le pied étoit établi sur le bas du chapeau du côté de l'eau, et la tête au sommet du bord opposé.

120. On a vu ci-devant que le centre de gravité du caisson étoit porté de 6° plus près du côté de terre que celui de figure : on doit remarquer que les coins qui servoient à maintenir le niveau des grandes coulisses étoient disposés pour être facilement chassés à coups de masse sans la moindre difficulté. L'on commença donc par cette opération, qui se fit sur les huit grandes coulisses à la fois; mais, avant cette manœuvre, on établit des crics ordinaires de tailleur de pierres à côté des coins, et 16 hommes, dont deux à chaque cric, retenoient les manivelles pendant la chasse des coins; après quoi le maître charpentier donna le signal pour faire détourner les manivelles, le caisson fut incliné du côté de terre, ainsi que les huit grandes coulisses, et tout le chapeau de la partie du devant se trouva dégagé. Alors des charpentiers en nombre suffisant s'embarquèrent avec sécurité dans de petits bateaux pour démonter toutes les étaies de la première file de pieux du côté de l'eau.

121. Le caisson ne portant plus que sur le chapeau du milieu et sur les crics, le maître charpentier donna l'ordre aux seize hommes de le soulever ensemble; on observa même de temps en temps le parallélisme du haut du crémailler des crics, qui furent fortement engagés dans le bois entaillé à cet effet, et continuant doucement

cette opération pour donner 19° de pente aux grandes coulisses, le caisson glissa alors très-lestement dans la rivière, et prit 22 à 24 pouces de tirant d'eau. Son action et son mouvement dans son immersion n'eurent rien d'inquiétant, ce qu'on avoit présumé d'avance; et quand le caisson auroit même fait un peu d'eau, on ne devoit en concevoir aucune crainte. Je peux citer à l'appui les vingt-deux caissons que j'ai fait construire et lancer à l'eau depuis ce premier, et qui ont tous parfaitement réussi. On prévient néanmoins qu'immédiatement après la flottaison il se forme toujours dans le milieu du fond un bombement proportionné à la superficie; savoir, sur mille pieds de base, environ 3 pouces; pour 2,080 pieds, 3 pouces $\frac{1}{2}$; et sur 5,084 pieds, près de 5 pouces. Cet effet est d'autant plus sensible, que le poids des bords est plus considérable, que le fond a une plus grande surface, et que son milieu offre moins de résistance au fluide.

122. J'ai toujours remarqué que, dans tous ceux qui ont été lancés, comme celui-ci, avec de grandes étaies placées dans l'intérieur pour soutenir les bords, lorsque le caisson cherchoit à se remettre de niveau, après son immersion, il plongeoit subitement de quelques pouces du côté du sommet des étaies. Le fluide rétablissoit l'ensemble des parties, et réparoit les différens objets sur lesquels nous eussions pu concevoir des craintes.

L'appontement étant rétabli sur-le-champ, on disposa la pose d'un autre fond de caisson, qui devoit recevoir les bords de celui que nous venions de lancer, lorsque la maçonnerie auroit été assez avancée pour qu'on pût les enlever.

ARTICLE XXI.

Conduite du caisson contre l'échafaud d'enceinte de la pile en fondation.

123. Les détails que je viens de donner pouvant s'appliquer à une fondation de 12 et 15 pieds de profondeur, comme je l'ai éprouvé, je crois maintenant ne devoir rien omettre sur tout ce qui s'est fait pour la deuxième pile du pont de Saumur, la première qui ait été entreprise par cette méthode en France.

Le caisson fut mis à l'eau le 26 août 1757; on vérifia son poids, qu'on avoit évalué, d'après les toisés, à 157,564 livres.

SAVOIR,

		pieds cubes.
Le grillage du fond, les racinaux et madriers		1,566
Les bords, courroies, doublages, entretoises, écharpes, étaies et courbes ensemble		860
Total des pieds cubes de bois		2,426
Les 2,426 pieds cubes de bois, estimés 64 livres, pesant, chacun, suivant les différentes expériences	155,264liv.	
Pour clous, mousses, féries et crampons	2,300	
Poids total du caisson par le calcul	157,564	157,564liv.
Déplacement d'eau.		
La superficie du fond est de 1,160 pieds, qui, sur 13° de hauteur, devoient déplacer un volume d'eau de 1,257 pieds cubes, lesquels, à 70 livres l'un, produisent	87,990	
La superficie sur le chapeau est de 1,054 pieds, qui sur 11 pouces de hauteur, produisent 966 pieds cubes, lesquels à 70 livres.	67,620	
Total du poids réel en déplaçant 22 pouces d'eau	155,610	155,610
Différence		1,954

124. Cette différence vient, sans doute, de ce que l'on a calculé le pied cube du bois à 64 livres, et qu'il pèse un peu moins.

La remorque jusqu'à l'appontement de la pile, sur une distance de 300 toises, s'est faite avec six rameurs, placés dans une grande toue, en usage sur la Loire.

ARTICLE XXII.

Maçonnerie dans le caisson.

125. On avoit disposé deux grands bateaux solidement pontés, sur lesquels on transportoit la pierre de taille et le moellon.

126. Le recepage des pieux de fondation n'étant pas encore fini le 30 août, M. de Voglio s'est déterminé à faire poser la première assise, de 14 pouces de hauteur, dans le caisson; elle fut exécutée suivant les dispositions dont j'ai parlé article 115.

Lorsque cette première assise fut parfaitement arasée, et que les joints furent bien cramponnés, le caisson se trouva plongé de 41 pouces dans l'eau, mais bien de niveau, suivant les quatre repères des échelles graduées à l'extérieur, avec un tirant de 18 pouces d'eau de plus, d'où l'on a reconnu que 3 pouces de hauteur d'assise de cette maçonnerie, donnoient 4 pouces au-dessous de la surface de l'eau (1).

(1) Comme nos chantiers de la pierre de taille étoient à 400 toises environ en amont du nouveau pont, où l'on chargeoit nos grands bateaux, qui portoient une assise entière de chacune des piles, nous entreprîmes, par la suite, d'y faire remorquer un de nos caissons vides, et d'y bâtir d'abord la première assise, de 14° de hauteur. L'opération a parfaitement réussi.

Disposition pour descendre les blocs de pierres dans le caisson.

Planche II. (*fig.* 2.)

127. En évitant la manœuvre des grues pour descendre les pierres de taille, on avoit disposé, sur la partie de l'arrière-bec supérieur du caisson, un appontement très-solide, sur lequel les pierres des grands bateaux pontés se déposoient peu à peu : après quoi, avec deux grandes coulisses de charpente, posées d'un bout dans le fond du caisson, et de l'autre sur l'appontement, on faisoit descendre les blocs, au moyen d'un chariot sur lequel ils étoient brayés; ensuite, par la manœuvre d'un cable de retraite, enroulé sur un poteau, on les faisoit glisser autant qu'on le jugeoit à propos. Cette nouvelle manœuvre donna d'abord beaucoup d'inquiétude aux maçons, mais, dans la suite, ils s'en firent un jeu.

128. Dès que le recepage des pieux fut terminé, on s'occupa de faire rentrer le caisson dans l'enceinte; mais, comme il prenoit 41 pouces d'eau, je sondai l'espace qu'il devoit parcourir, même jusqu'à 80 pieds en aval de l'appontement, et je ne trouvai que 30 pouces d'eau, ce qui étoit insuffisant.

129. Je fis donc draguer cette partie très-promptement, et le caisson entra parfaitement bien dans l'enceinte le 19 septembre. Il fut assujéti par les quatre conducteurs des coulisses extérieures, et très-solidement attaché sur l'appontement; je fis alors une première vérification de la position de la pile et de son parallélisme avec la première, fondée l'année précédente.

130. On commença, avec un grand nombre d'ouvriers, la pose de la seconde assise, de 20 pouces de hauteur, composée de 30 blocs, qui, seulement mis en place, firent prendre au caisson

61 pouces d'eau. Les nouveaux bois immergés donnoient un peu d'eau, qu'on enlevoit aisément avec des seaux pendant les heures de repos. Mais comme il ne restoit plus que 25 pouces à descendre, et qu'il falloit soulager les bords, que la poussée de l'eau commençoit à faire bomber en dedans sur leur hauteur, je fis mettre des étaies entre les bords du caisson et la maçonnerie de la première assise lorsqu'elle fut entièrement finie; on passa ainsi de suite, et avec les mêmes précautions, à la seconde assise et aux suivantes.

131. La seconde assise étant bien arasée et cramponnée, je crus devoir proposer une seconde vérification de la largeur de l'arche et de la direction de la pile; à cet effet je fis placer, suivant les procédés adoptés par MM. Bayeux et de Voglio, un mât de sapin, et dont nous faisions usage sur deux grands bateaux bien amarrés; et par cette grande règle de 60 pieds de longueur, mise parfaitement parallèle à la ligne principale du *projet*, et autant bien de niveau qu'il fut possible, nous établîmes définitivement sur l'appontement tous les repères dont nous avions besoin.

132. Le 21 septembre, la troisième assise n'étant qu'à moitié vers les huit heures du matin, le caisson se trouva poser totalement sur les 116 pieux de fondation. M. Bayeux et M. de Voglio firent la vérification du niveau de la maçonnerie, qui, étant parfaitement faite, fut continuée avec la même activité. Je fis enlever les entretoises du haut du caisson, ce qui nous facilita le succès du reste de la maçonnerie, et cette opération ne donna aucun mouvement aux bords, le caisson restant à sec.

133. Je présentai mon journal à M. Bayeux, ainsi qu'il en avoit été convenu, pour pouvoir constater à l'assemblée des Ponts et Chaussées, que, sous ses yeux, nos opérations avoient

réussi; et il donna le certificat que nous rapportons ici littéralement.

134. « Nous, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, certifions avoir été présent à toutes les opérations ci-dessus, depuis le 5 jusqu'au 21 de ce mois, lesquelles ont été ordonnées, conduites et exécutées avec tout le succès possible, et comme il est contenu au présent journal tenu par M. de Cessart.

» Saumur, le 21 septembre 1757.

» *Signé*, BAYEUX. »

135. L'on posa successivement les quatrième, cinquième, sixième, septième et huitième assises, observant de laisser le caisson bien étanché depuis le 26 août, qu'il fut mis à l'eau, jusqu'au 6 octobre, que les bords furent enlevés.

Tous les Ingénieurs conviendront, sans doute, qu'une maçonnerie faite dans la plus belle saison de l'année, et qui n'est livrée à l'eau qu'au bout de 42 jours de construction, doit avoir acquis déja une assez grande consistance; avantage que n'a pu obtenir Labeyly au pont de Westminster, à cause du reflux de la mer, qui s'élève dans la Tamise, pendant les équinoxes, jusqu'à 23 pieds au-dessus des basses mers, et deux fois par jour à 15 pieds de hauteur moyenne. Cet Ingénieur se contenta, on ne sait par quelle raison, de monter chaque pile simplement jusqu'à 6 pieds au-dessus du grillage, peut-être dans la crainte que son caisson, étant trop élevé, ne fût fatigué par la force du courant; cependant il faisoit ouvrir ses vannes deux heures avant la marée montante, et les mortiers de la maçonnerie étoient aussitôt délavés.

136. Le dessus de notre huitième assise déterminoit celui de la première retombée de la naissance des voûtes. M. de Voglio

décida qu'à cette hauteur il seroit placé, de chaque côté de la pile, trois anneaux de navigation de douze pouces de diamètre, et que, pour leur donner plus de solidité, ils seroient ajustés aux extrémités de trois grandes barres de fer de 14 pieds de longueur, pesant ensemble 640 livres, lesquelles traversoient toute l'épaisseur de la pile, étant incrustées dans la huitième assise, recouverte de la neuvième et de la dixième. J'ai eu aussi la précaution de faire cramponner toutes les pierres de cette dernière assise, à cause des grandes eaux, qui pouvoient y jeter de gros bateaux, ou des glaces de l'hiver, qui auroient attaqué la maçonnerie; ensuite, tout le dessus fut garni d'une maçonnerie provisoire.

ARTICLE XXIII.

Enlèvement des bords du caisson après l'élévation de la pile.

PLANCHE X. (*fig.* 1.)

137. Tous les ragrémens étant bien faits, les joints renouvelés avec un mortier de sable fin et de chaux de brossée, qui durcit dans l'eau comme le mortier de pouzzolane, on procéda à l'enlèvement des bords : on ôta d'abord les crochets des avant et arrière-becs; on enleva les féries des deux extrémités avec des pinces en pieds de biche, à l'exception, comme je l'ai dit, de la férie qui fermoit le joint des bords avec les chapeaux du fond, dont les clous ayant été tous chassés d'un seul côté dans les bords, ne devoient nullement s'opposer à leur séparation. Enfin on passa provisoirement des cables dans les anneaux des chaînes adaptées aux bords.

138. Pendant toutes ces préparations on démontoit l'échafaud de l'enceinte de la pile, on arrachoit les pieux d'appontement, et

l'on nettoyoit tout ce qui pouvoit nuire au flottage des bords : tous les boulons des courroies furent ôtés dans la totalité ; on enleva dans l'intérieur du caisson au moins 40 étaies, qui servoient à soutenir les bords ; et l'eau entra au pourtour de la pile, et se mit de niveau avec la rivière.

Les courroies furent écartées du haut des bords, suivant les procédés dont j'ai parlé ci-devant ; en frappant un coup de masse sur la courroie, elle descendit de 2 pouces ; le coin étant alors inutile, fut retiré à la main, et l'un et l'autre mis à flot ; toutes les courroies furent enlevées ainsi, et successivement.

139. Nous avions fait placer sur un grand bateau longeant un des côtés de la pile un gruau auquel étoient enroulés les cables, et deux tours terriers appontés sur l'avant et l'arrière-becs de la pile. Ces trois machines agissant ensemble, avec deux cent quarante-sept hommes, le bord s'enleva sans beaucoup d'efforts ; mettant ensuite le bateau plus au large de la rivière, le bord se renversa et flotta. L'autre fut également enlevé, et la pile parut au milieu de l'eau dans toute sa perfection. La remorque des bords se fit avec facilité sur environ 300 toises de longueur, qui avoient été parcourues par le caisson.

140. Nous avons vu, article XXI, que l'appontement de la construction des caissons avoit été rétabli après l'échouage de celui-ci, et qu'on avoit replacé un nouveau fond. Je fis faire alors toutes les dispositions nécessaires pour remonter les premiers bords sur ce deuxième fond, destiné à la troisième pile.

ARTICLE XXIV.

Replacement des premiers bords sur un second fond de caisson.

Planche X. (*fig.* 2.)

141. Je crois devoir donner de suite les détails de cette manœuvre, pour terminer tout ce qui peut avoir rapport à la construction des caissons.

142. Nous avons remarqué que le dessus de l'appontement avoit été fixé à 6 pieds au-dessus de l'étiage, hauteur à laquelle il falloit élever les bords au-dessus de l'eau dans le cas le plus désavantageux; car les eaux étant plus hautes, comme nous en avons souvent fait l'expérience, cette manœuvre devenoit plus facile, au point même que si elles étoient à 6 pieds sur l'étiage, ou de 1 pied plus haut, les bords chargés sur un grand bateau pouvoient couler tout naturellement sur l'appontement; on n'avoit donc plus qu'à les mettre de champ et dans les feuillures formées par les chapeaux du nouveau fond.

143. Cependant, lorsque les eaux sont basses, comme en été, on choisit un endroit profond de la rivière pour y conduire les caissons, en commençant par celui qui doit être placé du côté de terre; on le charge alors sur un des grands bateaux pontés qui servent à transporter la pierre de taille. A cet effet, on approche un bateau de chaque côté du bord que l'on veut enlever, et que l'on tient à flot autant qu'il est possible; ensuite, avec de fortes chèvres établies sur les deux bateaux, et des cordages passés sous le bord, on enlève d'abord un des bouts hors de l'eau, en soutenant l'autre extrémité, pour qu'elle ne touche pas le fond

de l'eau; alors, en passant de fortes pièces de bois par dessous le bout enlevé, l'on porte toutes ses forces à l'autre extrémité, qu'on soutient également avec de fortes charpentes, après quoi on fait glisser le bord sur un des grands bateaux disposé à cet effet.

144. Par cette disposition, le bateau chargé est facile à conduire; on a l'attention, en le plaçant parallèlement au devant de l'appontement, que le bord qui, comme je l'ai dit, doit être celui du côté de terre, soit présenté de manière qu'en le relevant il se trouve en place. Cette opération, qui s'exécute avec de grandes coulisses de charpente et de bonnes chèvres, étant faite, on procède à l'enlèvement de l'autre bord, que l'on met totalement en place avec ses courroies et ses coins, après quoi il sert à relever celui du côté de terre, également préparé pour remplir sa place. La première opération est de poser les quatre crochets en fer au dedans des avant-becs; alors, les bords se trouvant assujétis et contenus l'un par l'autre, on procède à la fermeture des joints du caisson suivant la manière employée dans la construction du premier.

145. J'ai voulu, comme on le voit, ne rien laisser ignorer des moyens de faire et refaire les caissons, chose que nous aurions bien désiré trouver dans les mémoires de Labeyly, et dont d'autres Ingénieurs, vingt-cinq ans après, auroient eu le plus grand besoin, comme il est arrivé en 1790, dans la construction du pont de l'archevêché de Lyon, que l'on a entrepris de fonder au moyen des caissons. Tout ce que je viens de dire peut s'appliquer à des caissons beaucoup plus grands, comme on le verra dans la suite de cet ouvrage.

146. M. Peronnet, à qui M. de Voglio avoit grand soin de faire passer des copies de mon journal, des plans et des mémoires de nos opérations, les communiqua, en 1770, à M. Groignard,

Ingénieur-constructeur de la marine, avant qu'il commençât sa grande caisse de Toulon, de 28 mille pieds carrés de base, sur 30 pieds de hauteur. Cet Ingénieur-constructeur m'a dit, en 1784 à Cherbourg, qu'il avoit tiré grand parti de nos détails sur les caissons du pont de Saumur, quoique ces caissons fussent très-petits en comparaison de celui qu'il fit faire à Toulon, et qui a parfaitement réussi, dans les grands travaux de construction de la forme, que cet habile Ingénieur fit exécuter avec le plus grand succès en ce port, de 1774 à 1778.

ARTICLE XXV.

Remplissage du pourtour de la pile.

147. Les bords et les pieux de l'appontement ayant été enlevés, ainsi que les fascines, avec les sables qu'elles soutenoient, on ne tarda pas à envelopper et défendre la pile, dans tout son pourtour, de 90 toises cubes de moellons durs, qu'on éleva jusqu'au niveau de l'étiage, sur douze pieds de largeur réduite, afin de contenir les sables d'amont, empêcher les glaces de briser et d'emporter les fascines que les grandes eaux auroient pu mettre à flot, enfin d'empêcher également qu'il ne se formât aucun affouillement autour de la pile.

148. Ces 90 toises cubes de moellons durs, à raison de 34,560 livres, pesant par toise, formoient d'abord une masse de 3,110,400 livres, de laquelle déduisant 90 toises cubes d'eau, déplacée à 15,120 liv. chacune, et ensemble 1,360,800 livres, la force réelle de cette enveloppe se réduisoit à un poids de 1,749,600 liv.

ARTICLE XXVI.

Récapitulation de la dépense comparative de la première pile du pont de Saumur, fondée avec caisson ou avec batardeau et épuisemens.

149. Je crois devoir ajouter à tout ce qui précède, la dépense faite pour fonder, avec caisson, cette première pile, à 7 pieds 1 pouce au-dessous de l'étiage, élevée de dix assises de maçonnerie, en comparant ensuite cette dépense à celle de la première pile, fondée avec batardeau et épuisemens.

Détail de la dépense de la fondation avec caisson.

				liv.	sous	den.
Pont de service				600	»	»
Pieux d'enceinte ayant aussi servi pour le battage des pieux de fondation				2,460	»	»
Echafaud d'enceinte				1,362	16	»
Vannage et draguage des sables				801	16	»
Pieux de fondation				7,601	7	8
Machine à scier les pieux			2,200 l. 19 s. 11 d.			
Quoique cette machine, faite en 1757, fût en état de receper au moins les pieux de deux ou trois ponts comme celui de Saumur, puisqu'elle a servi, en 1791, à Lyon, pour le pont de l'Archevêché; cependant on croit devoir diviser sa première dépense, de 2,200 l. 19 s. 11 d., par le nombre de 1,800 pieux, qu'elle a recepés au pont de Saumur, ce qui fait environ, compris d'autres frais, 40 sous par pieu, et pour les 116 de cette pile, la somme de				232	»	»
Sciage des pieux de fondation à 7 pieds 1 pouce sous l'étiage				323	6	»
Remplissage en maçonnerie au niveau des pieux recepés				927	14	»
Caisson	Appontement pour construire le caisson et le mettre à l'eau	1,421 l. 3 s. 6 d.				
	Fond servant de plate-forme à la pile	5,336 6 »				
	Bords	4,072 » 4				
	Manœuvre pour son usage	724 2 »		11,553	11	10
Maçonnerie, compris la dixième assise				10,054	11	10
				35,917	3	4

	liv.	sous	den.
Ci-contre.	35,917	3	4
90 toises cubes de moellons durs, pour servir de défense à la fondation, à 25 livres, l'une, compris transport et main-d'œuvre, la somme de. .	2,250	"	"
Dépenses par attachement pour diverses manœuvres	1,300	16	"
Ouvrages.	39,467	19	4
Un dixième de bénéfice à l'entrepreneur	3,946	15	11
	43,414	15	3
Gratifications données aux ouvriers, et eau-de-vie, dans les travaux de nuit.	596	"	"
TOTAL du prix de la première pile, fondée à 7 pieds 1 pouce, sans batardeau ni épuisemens.	44,010	15	3

Détails de la dépense de la pile fondée avec batardeau et épuisemens à 4 pieds 3 pouces sous l'étiage.

150. Suivant l'état de situation du premier novembre 1756, la dépense faite pour la fondation de la première culée et de la première pile montoit à la somme de.				109,201	15	1
Les frais d'équipages montoient à				3,665	17	3
Dépense faite en 1757 pour la perfection de la fondation de la culée, au premier novembre de ladite année, compris le dixième.				40,628	15	"
Frais d'équipages à comprendre en 1757.				82	8	"
Frais pour avaries causées par les crues aux batardeaux, en 1756 et 1757. .				3,173	19	4
Total de la dépense pour la culée et la première pile, fondée à 4 pieds sous l'étiage				156,752	14	8
Par des décompositions très-détaillées, et sur les résultats arrêtés le premier novembre 1757, M. de Voglio a évalué la dépense de la culée et de la pile à celle de trois piles, c'est-à-dire la première pile au tiers de la dépense ci-dessus.				52,250	18	2
Sur quoi l'on doit déduire la fondation de la deuxième pile, avec caisson, dont la dépense ci-dessus est . . .	liv. 44,010	sous 15	den. 3			
Mais pour avoir une comparaison plus exacte, la solidité de cette deuxième pile ayant gagné 3 pieds de maçonnerie de plus, il convient d'en soustraire la valeur de ces trois pieds, estimés au détail à.	563	1	4			
Reste pour valeur réelle de la deuxième pile, exécutée au moyen du caisson.	43,447	13	11	43,447	13	11
BÉNÉFICE en faveur du caisson				8,803	4	3

151. La différence dans la dépense effective et comparée des deux procédés est donc d'un sixième environ en faveur de la nouvelle méthode, malgré les frais occasionnés nécessairement par les tâtonnemens et les expériences sur lesquelles on n'avoit point de données certaines; mais un avantage inappréciable est celui de la solidité qu'acquiert la maçonnerie, ainsi fondée avant d'être soumise à l'action des eaux qu'elles doivent combattre, vaincre et dominer pour toujours.

ARTICLE XXVII.

Décision du conseil des Ponts et Chaussées sur la fondation des autres piles, à 10 et 12 pieds sous l'étiage.

152. La facilité, la célérité, l'économie, la solidité et le succès de cette nouvelle méthode de fonder les piles des ponts, furent vivement sentis et approuvés par le conseil des Ponts et Chaussées; sur son avis, le Ministre ordonna de fonder les autres piles du pont de la même manière, et de descendre la maçonnerie jusqu'à 10 et 12 pieds au-dessous de l'étiage, à moins que l'on ne trouvât des obstacles invincibles.

153. Il fut décidé aussi que nous supprimerions les encorbellemens de pierre de taille pour porter les cintres, et qu'on y substitueroit des jambes de force en bois.

Observations sur la fondation de la troisième pile, ou la seconde, faite avec caisson. (Extrait du journal.)

155. Le 3 août 1758, M. de Voglio, Ingénieur en chef, arriva de Tours; il s'occupa jusqu'au soir, avec moi, des dispositions des travaux à faire voir à M. Hupeau, premier Ingénieur

des Ponts et Chaussées, qui devoit se rendre à Saumur, avec M. de Regemorte. Arrivés à six heures du soir, ces Ingénieurs se rendirent aussitôt dans les chantiers, et ayant remarqué la machine à scier, qui alors étoit toute disposée pour receper à sec un pilot de 9 pouces de diamètre, ils demandèrent à voir cette expérience sur-le-champ; l'Ingénieur en chef observa, sa montre en main, que le sciage avoit été fait en trois minutes de temps; il fit remarquer en outre que la section étoit de niveau et parallèle au-dessus du plateau de la machine.

On passa ensuite aux chantiers de la prairie d'Offard, où étoit le deuxième caisson, dans lequel on avoit posé les deux premières assises. Cette maçonnerie, qui étoit déja arasée, sèche et ragréée, parut satisfaire pleinement M. Hupeau, qui examina avec attention la belle exécution du caisson et la régularité de l'appareil.

Le 4 août, à la pointe du jour, suivant l'ordre que j'avois reçu, je fis démonter la machine à scier, pour la faire passer sur la troisième pile, et la faire manœuvrer dans l'eau.

L'Ingénieur en chef avoit ordonné en même temps au maître charpentier de disposer sa manœuvre pour que le troisième caisson fût lancé à l'eau à huit heures du matin; nous fîmes ensemble l'examen des abattages, des cables et des retraites. Lorsque MM. Hupeau et de Regemorte arrivèrent, ils passèrent tous deux dans un bateau, avec le maître charpentier, pour voir enlever successivement les étaies du devant du caisson. Cette manœuvre, quoique délicate, se fit avec tout l'ordre possible. M. de Voglio avoit chargé les élèves Ingénieurs Gauthey, Prevost et Vorles, de veiller aux cables de retraite, et de prévenir de l'instant où le poids du caisson porteroit totalement sur la palée du milieu de l'appontement et sur celle de derrière.

Lorsque les étaies et les cables de retraite furent entièrement

enlevés, et le caisson presqu'en équilibre, on ordonna la manœuvre des abattages; et comme la pente totale des coulisses de l'apponte-ment devoit être du tiers de la largeur du caisson, au premier quartier du levier, le caisson prit sa course avec rapidité, et prolongea très-uniformément, en prenant 27 pouces d'eau. Toute cette manœuvre avoit commencé à huit heures, et fut finie à huit heures trois quarts, de manière que le troisième caisson n'a exigé, pour être décalé et mis a flot, que quarante-cinq minutes.

Après cette opération, l'Ingénieur en chef ordonna de faire descendre la rivière au deuxième caisson, depuis le chantier d'Offard jusqu'aux ouvrages, avec sa charge de deux assises de maçonnerie, du poids de 360,000 livres, le tout tirant 58 pouces d'eau.

La remorque de ce caisson, ainsi chargé, a exigé les plus grandes précautions. J'avois pris l'avis des meilleurs mariniers pour assurer cette navigation, dont le trajet pouvoit être d'environ cinq cents toises. Il n'a été rendu à côté de la troisième pile du nouveau pont qu'à six heures du soir, parce qu'on avoit été obligé de le laisser couler peu à peu sur deux cables. Son grand tirant d'eau lui donnoit trop de chasse pour l'abandonner aux effets du courant; on craignoit aussi de rencontrer, en passant entre les ruines du vieux pont, des obstacles peut-être insurmontables. Enfin, il les franchit tous, mais on reconnut que le local étoit impraticable pour cette manœuvre, que, dans toute autre position et avec une profondeur d'eau suffisante, les Ingénieurs pourroient tirer un grand avantage des caissons. MM. Hupeau et de Regemorte furent très-satisfaits d'avoir vu cette opération et les précédentes.

M. de Voglio invita ces messieurs à faire l'examen du battage des pieux de fondation, dont le travail se faisoit à la tâche, à raison de cinquante hommes par sonnette garnie d'un mouton de 1,200 livres. On leur fit remarquer un effet considérable de la per-

cussion : après avoir fait frapper soixante-quinze coups de mouton sur un pieu qui étoit resté au refus de 6 lignes, on fit passer une trentaine des ouvriers d'une autre sonnette avec ceux qui venoient de le battre, pour former quatre-vingts hommes sur la même sonnette, et répétant le même nombre de soixante-quinze coups de mouton, le pieu est entré de 18 lignes; mais le mouton s'élevoit à 10 pieds de hauteur, au lieu de 4 à 5 pieds réduits auxquels l'élevoient les cinquante hommes. Enfin il a été décidé par M. Hupeau que l'on pouvoit employer ce moyen pour mettre les pieux au dernier refus.

On a examiné ensuite le bon effet que produit la jetée de gros moellons défendus de fascines disposées dans le pourtour extérieur de la pile pour contenir les sables; on a sondé dans plusieurs endroits de la pile, où la machine à draguer avoit passé, et l'on y a trouvé 14 et 15 pieds de profondeur d'eau, et la superficie du terrain de 6 et 7 pieds plus bas que le lit ordinaire de la rivière; ce qui assura bien que le moellon qui retient les sables facilite le battage et le recepage des pieux.

Sur les sept heures du soir, la machine à scier étant entièrement montée vis-à-vis du pieu de l'arrière-bec de la troisième pile, et après que nous nous fûmes assurés, l'Ingénieur en chef et moi, qu'elle pouvoit jouer, nous fîmes prévenir notre premier Ingénieur et M. de Regemorte, qu'ils pouvoient voir receper un pieu dans l'eau. J'ordonnai la manœuvre pour descendre la machine à 9 pieds au-dessous de l'eau; ensuite, on saisit le pieu par les grapins, l'Ingénieur en chef ayant jugé que cette profondeur suffisoit pour le moment. M. de Regemorte observa à sa montre le commencement et la fin du sciage, qui ne dura que sept minutes. Lorsque le bout du pieu recepé fut retiré de l'eau, et porté sur l'appontement, la section mesurée se trouva de 12 pouces de diamètre; de sorte que cette opération a été plus

prompte que celle de l'année dernière, faite devant M. Bayeux, dont le résultat fut évalué à un pouce de diamètre par minute de sciage (1).

Enfin MM. Hupeau et de Regemorte témoignèrent à tous les Ingénieurs la plus grande satisfaction sur le succès de la nouvelle méthode des caissons, dont l'usage ne laissoit aucune incertitude, au moyen de la machine à receper les pieux dans l'eau, et dont l'avantage est sur-tout de donner à la maçonnerie le temps de prendre de la consistance avant d'être soumise à l'action de l'eau.

MM. Hupeau et de Regemorte partirent pour Tours et Orléans (2); l'Ingénieur en chef de Voglio reprit le 6 août le cours de ses tournées.

Les deux piles suivantes troisième et quatrième furent fondées à 10 pieds au-dessous de l'étiage, les cinquième et sixième à 12 pieds; et toujours avec le plus grand succès.

Septième pile.

La profondeur à laquelle on fonda, en 1762, la septième pile, à 15 pieds 2° sous l'étiage, mérite une attention toute particulière. M. Peronnet, alors premier Ingénieur, en a suivi toute l'opération depuis le 17 août jusqu'au 26 : il fut, par hasard, témoin du premier inconvénient que nous ayons éprouvé (3).

---

(1) M. Hupeau, qui avoit vu avec quel zèle tous les ouvriers avoient travaillé pendant plus de la moitié de la journée, ordonna de cesser l'ouvrage, et leur accorda une gratification.

(2) Deux années après son voyage de Touraine, en 1759, M. Hupeau, ayant à peine terminé le pont d'Orléans, succomba aux maladies qui suivent ordinairement les grandes fatigues et les méditations continuelles. Sa laborieuse carrière remplie, M. Peronnet lui succéda, avec le titre de premier Ingénieur des Ponts et Chaussées de France.

(3) Le désir de mieux faire encore devant notre premier Ingénieur, qui avoit si

Observations sur la fondation de la septième pile.

Planche XI.

Comme j'avois disposé, depuis le commencement de la campagne de 1762, tous les procédés que je croyois nécessaires pour descendre le draguage jusqu'à 16 pieds, et fonder cette pile de 3 pieds plus bas que les cinquième et sixième, M. de Voglio fixa la profondeur du recepage des pieux à 15 pieds 2 pouces au-dessous de l'étiage de 1755, qui nous servoit de repère général pour toutes nos fondations; en conséquence j'avois commencé le recepage des 116 pieux le 9 août, en observant d'en laisser dix à couper devant M. Peronnet, qui arriva le 17 août, accompagné de l'Ingénieur en chef, et de plusieurs autres Ingénieurs et élèves.

157. La première opération fut de remonter la machine à receper à fleur d'eau, et d'en examiner tous les mouvemens. M. Peronnet donna lui-même le coup de niveau sur un pieu qui ne fut coupé qu'en quatre minutes, à cause de l'examen qu'on faisoit à chaque instant des mouvemens de la machine. La vérification faite, il se trouva coupé à 15 pieds 2 pouces au-dessous des repères, comme les pieux précédens. On coupa avec intention plusieurs pieux de 4 et 5 lignes trop haut, pour pouvoir reprendre des cales de 2 et 3 lignes d'épaisseur à cette profondeur, déduction de la voie de la scie. On reconnut, suivant le relevé de mon journal, que la même feuille de scie bien limée, pouvoit couper dans l'eau jusqu'à 40 pieux d'un

---

constamment favorisé le succès de cette méthode, nous porta, M. de Voglio et moi, à descendre la fondation de cette pile une fois plus bas que la première, fondée par caisson, en 1757.

pied de diamètre, sans être relimée, par la raison que le fer ni le bois ne s'échauffent point dans l'eau par les frottemens.

158. M. Peronnet vérifia lui-même le niveau des 116 pieux, qu'il trouva exact; il voulut voir aussi démonter la machine à scier.

159. Je fis ensuite entrer entre les appontemens le caisson dans lequel j'avois déja fait poser la première assise de 16 pouces de hauteur. Il tiroit alors 52 pouces d'eau, formant un poids de 364,910 livres. Cette manœuvre se fit très-simplement, ainsi que le placement du caisson dans l'alignement des autres piles, et bien parallèlement avec elles; alors quatre-vingt-quatre hommes, tant maçons que carriers, employés à descendre la pierre, furent occupés sans discontinuer à la construction de la pile (1).

160. M. Peronnet descendoit souvent dans le caisson, pour en examiner les effets, la solidité des coutures, des joints, et particulièrement l'usage des ficelles pour diriger l'aplomb de la maçonnerie, et avec lesquelles on rectifioit le tangage du caisson.

161. Par comparaison avec les précédentes piles, nous ne devions échouer celle-ci qu'avec la septième assise de pierres de taille; cependant la sixième finie, nous fit toucher sur les pieux, le caisson prenant 15 pieds 10 pouces déplaçoit 18,766 pieds cubes d'eau, ou un poids de 1,313,620 livres; mais je m'aperçus à cinq heures du soir que le caisson portoit sur l'arrière-bec, et qu'il s'en falloit d'un pouce que les épaulemens de l'avant-bec ne portassent sur la section des pieux; néanmoins le caisson ne paroissoit point gauche. Nous en fîmes la vérification avec M. Peronnet, et nous trouvâmes la maçonnerie de l'avant-bec plus relevée de deux pouces.

162. Je sondai moi-même dans tout le pourtour extérieur du

(1). M. de Voglio étant malade, fut hors d'état de suivre l'ouvrage pendant quelque temps.

caisson; je reconnus que nos fouilles avoient été faites jusqu'à 12 pieds dans le sable, et que pendant les sept derniers jours de la construction de la pile, il étoit survenu une petite crue de la rivière de Vienne qui, en augmentant le cours de la Loire, avoit amoncelé des sables fins en avant des fascinages de l'avant-bec, dont une partie étoit descendue dans nos fouilles, et avoit recouvert la section des pieux. Nous arrêtâmes qu'il falloit enlever, avec des dragues à main, autant de sable que possible, dans le pourtour extérieur de l'avant-bec, profiter de la bonne situation du caisson pour refaire tous les joints de la maçonnerie, et forcer ensuite la pose de la septième assise.

163. *Enfin*, au milieu de la nuit, les ouvriers occupés au draguage, entendirent un bruit sourd et sentirent un mouvement du côté de l'avant-bec, et je fis sur-le-champ la vérification de la maçonnerie. Je trouvai que le caisson avoit pris subitement son niveau sur les pieux, mais comme l'eau entroit dans le caisson par suite de cette secousse, je fis faire un petit batardeau en glaise aux deux épaulemens; ensuite, avec deux pompes à chapelet, j'ai pu faire, en vingt minutes, toutes les dispositions pour étancher le caisson.

VÉRIFICATION.

164. La rivière n'étoit que de 8 pouces supérieure à l'étiage de 1755; conséquemment sa surface devoit être de 15 pieds 10 pouces au-dessus de la section des pieux, ou 190 pouces. On prit la hauteur du fond du caisson, on trouva 177 pouces, à quoi ajoutant 13 pouces pour l'épaisseur du fond du caisson, la hauteur totale se trouva exactement de 190 pouces.

On procéda ensuite à la pose des jambes de force en charpente, au ragrément de la pile, et à l'enlèvement des bords, avec les mêmes facilités qu'aux piles précédentes.

165. J'ai cru devoir entrer dans tous ces détails, pour prévenir les Ingénieurs des précautions principales qu'exige cette méthode qu'on a voulu attaquer sur le petit événement que je viens de décrire. A la vérité, j'aurois dû fortifier le vannage ou le fascinage de l'avant-bec beaucoup plus que je ne l'avois fait; j'aurois dû même l'envelopper extérieurement de glaise, pour contenir les sables fins; mais ce défaut de prévoyance, excusable peut-être alors par la nouveauté du procédé, n'attaque nullement la méthode, et la dépense ne peut s'en comparer avec celle occasionnée par la multitude des renards et filtrations qu'on doit réparer continuellement dans les batardeaux ordinaires.

166. Il est à observer que, sans la présence du premier Ingénieur qui apprécioit l'avantage de bâtir à sec, j'aurois fait échouer le caisson à la quatrième assise, en laissant entrer dans le vide du pourtour 4 pieds de hauteur d'eau, que j'aurois épuisée, deux jours après, en une heure de temps : le caisson auroit porté plus promptement sur tous les pieux, et les quatre premières assises mouillées auroient bien eu le temps de sécher ensuite dans le reste de la campagne.

RÉSUMÉ.

167. M. Perronnet partit le 26 août, montrant la plus grande satisfaction sur nos procédés dont il avoit reconnu les avantages. Il n'hésita pas à prononcer devant les dix Ingénieurs qui composoient notre comité, qu'on ne connoissoit point en Europe une maçonnerie régulièrement faite, établie à une aussi grande profondeur que celle de cette pile, et qui, sans doute, se trouve plus basse que les plus grands affouillemens connus dans la Loire; car, les plus fortes crues étant de 22 pieds au-dessus de l'étiage de 1755, il s'ensuit que les affouillemens devroient agir à 37 pieds pour arriver au-

dessous de cette grande fondation; effet que l'on a d'autant moins à craindre, que le débouché du nouveau pont a été très-augmenté. Enfin, que cette méthode peut s'employer par les plus grandes eaux, et convient particulièrement aux endroits qui n'ont pas beaucoup de débouché.

168. Sur le rapport de M. Peronnet au conseil des Ponts et Chaussées à Paris, le succès de la méthode fut approuvé de nouveau; mais on voulut attendre le compte de la dépense d'une pareille pile comparée aux précédentes, avant de prendre une décision générale pour fonder le reste du pont : comme je me suis promis de ne laisser aucun doute sur cet objet important pour les Ingénieurs, je crois devoir donner le montant de la dépense extraite des états de situation du 31 décembre 1762.

ARTICLE XXVIII.

169. *Détail des ouvrages faits pour la fondation de la septième pile, en présence de M. Peronnet, à 14 pieds 1 pouce de maçonnerie, sous l'étiage de 1755.*

Pont de service.

				liv.	sous	den.
Suivant le journal, à la somme de				434	14	1
Fond du caisson servant de plate-forme à la pile, des mêmes dimensions que les précédens	5,336	6	"			
Exhaussement des bords pour les mettre à 17 pieds 6 pouces de hauteur, tout compris.	694	13	4			
Manœuvres diverses et fournitures des courroies et écharpes, tant aux bords qu'au fond.	2,789	18	"			
Appontement pour lancer le caisson à l'eau.	1,421	3	6			
Total du caisson	10,242	"	10	10,242	"	10
				10,676	14	11

liv. sous den.

De l'autre part 10,676 14 11

170. *Fascinage de défense.*

Ce fascinage, de 32 toises de pourtour sur 15 pieds de hauteur, produiduisant 80 toises superficielles, à 36 livres, compris la pose. . . . . 2,880 " "

Draguage des sables.

Le draguage de cette pile, jusqu'à 12 pieds, a produit 283 toises $\frac{5}{10}$, à 10 livres, tout compris . . . . . 2,831 " "

PIEUX DE FONDATION.

Détail d'un pieu.

Longueur de 33 pieds sur 12 pouces réduits de grosseur produisant onze solives, à 3 livres 10 sous, prix du détail.	38	10	"	
26 livres pesant, de fer, à 6 sous la livre.	7	16	"	
Frais d'affutage, de transport, de battage et autres . . .	24	"	"	
Prix d'un pieu en place.	70	6	"	
Les 116, à ce prix				8,154 16 "

Pieux d'enceinte.

Ces pieux sont au nombre de 27, de 30 pieds de longueur réduite; les bois, le fer, le battage, et autres faux frais de toute espèce; pour un pieu	43	2	1	
Les 27, à ce prix.				1,163 16 3

Pieux d'appontement du draguage.

30 pieux, à 30 livres 6 sous 11 deniers, l'un, ensemble. 910 7 6

171. *Échafaud d'enceinte.*

Cet échafaud, de 31 toises de pourtour, marchandé à 65 liv. la toise. . . 2,015 " "

28,631 14 8

	liv.	sous	den.
Ci-contre.	28,631	14	8

Sciage des pieux de fondation.

La dépense suivant les détails du journal monte, pour les 116 pieux recepés à 15 pieds 2 pouces, à	344	8	"
Frais de la machine à scier à $\frac{1}{11}$ de son prix	232	"	"

Jambes de force substituées aux encorbellemens de pierre de taille pour supporter les cintres.

Toutes ces jambes de force mises en place sont revenues à la somme de . . .	1,258	10	8
L'épuisement accidentel dans le caisson, suivant le journal, est monté à. . .	1,061	16	"

172. *Maçonnerie en pierre de taille jusqu'à la deuxième retombée.*

Cette maçonnerie, composée de dix-sept assises en pierre de taille, est revenue, compris les trois cent cinquante-cinq crampons des assises, la maçonnerie de l'intérieur, le ragrément et l'appontement dans le caisson, à.	16,489	9	8
Enlèvement des bords et leur transport au parc.	235	"	"

Moellons durs jetés dans le pourtour.

28 toises cubes, à 36 livres 17 sous 6 deniers	1,032	10	"
Total	49,225	9	"
Un dixième de bénéfice pour l'entrepreneur	4,922	10	11
Total du prix de la septième pile, fondée à 15 pieds 2 pouces sous l'étiage.	54,147	19	11
Si on en retranche le prix de la première pile, fondée à 7 pieds 1 pouce, montant à	44,010	15	3
La dépense excédente sera de.	10,137	4	8

La septième pile a donc été fondée à	15p.	2°.
La première, avec caisson, à.	7	1°.
Différence en plus.	8	1°.

173. C'est-à-dire qu'avec une somme de 10,137 livres 4 sous 8 deniers, on a descendu la fondation de 8 pieds 1 pouce au-dessous de l'étiage de 1755, et qu'on l'a plus que doublée de profondeur, en donnant à cette pile la plus grande solidité possible.

174. Cependant le conseil des Ponts et Chaussées du mois de mars 1763, déterminé par la considération économique d'un bénéfice de 36,000 liv. environ sur ce qu'il restoit à fonder, a décidé formellement qu'il étoit inutile de fonder à une aussi grande profondeur, quand on avoit, pour exemple, les belles constructions du pont de Moulins fondé à neuf pieds, celle du pont d'Orléans à 6 pieds, et celle du pont de Tours à 5 pieds. Malheureusement les accidens arrivés à ce dernier pont, la chute de ses arches et le tassement de 22 pouces d'une pile de l'arche du milieu du pont d'Orléans justifieront toujours les précautions que nous avons employées à Saumur, en prouvant l'abus d'une économie mal entendue et si préjudiciable dans les travaux publics, puisque la destruction des ouvrages, en déshonorant les Ingénieurs qui les ont dirigés, compromet les intérêts du Gouvernement.

Planche XII.

175. En conséquence de cette décision, il nous fut ordonné de ne fonder la huitième, neuvième, dixième pile et la dernière culée qu'à dix pieds de profondeur sous l'étiage de 1755; leur exécution ayant eu lieu avec le plus grand succès, je n'entrerai dans aucun détail relatif à leurs opérations. Cependant le caisson de la culée qui avoit 2,080 pieds carrés de base, ayant exigé une construction particulière, je crois devoir donner quelques détails à ce sujet, pour ne rien omettre de ce qui peut être utile à la méthode des caissons.

ARTICLE XXIX.

Seconde culée du pont de Saumur, du côté de la ville, fondée sans batardeau ni épuisemens.

Planches XIII, XIV et XV.

176. La configuration irrégulière du fond du caisson de la culée, qui devoit embrasser les deux murs en ailes, ayant 104 pieds de longueur, 22 de largeur réduite et 2,288 pieds superficiels à sa base, paroissoit un obstacle à sa flottaison; car le centre de gravité du caisson et son centre de configuration ne se correspondoient nullement, et les calculs ordinaires ne nous donnoient aucun résultat satisfaisant. Il fallut donc avoir recours à un petit modèle au moins d'un pouce pour pied, sur lequel nous pussions établir à peu près des rapports sensibles pour éviter le gauche de la plate-forme, et conserver la situation horizontale pendant la construction de la maçonnerie. Nos expériences nous ont suffisamment prévenus sur les inconvéniens que nous avons rencontrés.

Nous nous déterminâmes à lier les 130 couches du fond avec deux files de barre de fer de 18 lignes de grosseur, ayant une tête d'un bout et un écrou de l'autre, comme on le voit dans le plan.

L'appontement de la construction du caisson disposé pour le mettre à flot devenoit aussi l'objet d'une nouvelle étude. M. de Voglie le fit préparer assez bas pour qu'une crue ordinaire de la Loire le mît tout naturellement à flot; son tirant d'eau ne devant donner que 20 pouces.

Cependant, dans l'incertitude d'avoir les eaux à une hauteur suffisante, et par prudence, on a suivi les mêmes procédés pour

la construction de cet appontement que pour les précédens. Trois files parallèles de 20 pieux furent battues solidement; celle du milieu étoit coiffée d'un chapeau arrondi, et celle du devant fut battue 3 pieds plus bas, mais garnie d'étaies disposées pour donner aux vingt grandes coulisses une pente de 20 degrés, jugée nécessaire pour lancer le caisson à l'eau en cas de besoin.

La vérité, qui sera constamment le caractère des comptes que je rends de mes projets et de mes procédés dans leur exécution, sera toujours la même dans les cas d'erreur; car je lui dois, autant que je le dois aux progrès de l'art, d'avouer franchement un accident qui nous a singulièrement surpris en mettant ce caisson à l'eau. Il est très-important d'en faire connoître l'effet, en indiquant le prompt remède que nous y avons apporté, et tous les avantages dont on est redevable aux secours de l'art.

177. Pendant l'hiver, plusieurs pieux avoient été affouillés au-dessous du caisson par des crues moyennes, et insuffisantes pour soulever le caisson qui étoit boulonné avec l'appontement; mais ces eaux avoient agi d'autant plus fortement sur le fond du terrain, qu'elles en avoient renversé une partie que la grande superficie du caisson nous avoit cachée. Tout concourut à rendre la circonstance infiniment fâcheuse pour nous. Le temps des crues étoit passé, le caisson étoit fini et la campagne commencée.

178. Nous fîmes toutes les dispositions ordinaires pour le lancer à l'eau; mais, lorsqu'il fut sur sa cale, un côté partit plutôt que l'autre, et le fond du caisson se trouva gauche de plus de 6 pieds sur toute l'étendue de sa base: nous arrêtâmes un instant la manœuvre, dans la crainte de le voir briser, et nous examinâmes attentivement l'intérieur, M. de Voglio et moi; mais remarquant qu'il n'y avoit rien d'ouvert dans les joints, nous fîmes forcer de suite sa mise à l'eau, et porter vivement au large, où il reprit

son niveau parfait, en tirant 22 pouces d'eau. Il ne prit dans sa course que cinq à six tonnes d'eau à peu près, qui furent épuisées en deux heures, quoique rien n'eût été préparé pour cet effet auquel nous étions loin de nous attendre. Le reste du jour suffit pour refrapper et regarnir les joints qui s'étoient ouverts un instant. Le fond du caisson prit un bombement de 3 pouces dans son milieu et dans la proportion des précédens caissons (1).

179. Sans doute il étoit indispensable de faire connoître cet effet pour tranquilliser sur la construction des caissons, et pour prouver les grandes ressources que l'on peut tirer du fluide qui tend toujours au plus parfait équilibre. La remorque s'en fit avec la même facilité que celle des précédens caissons. Dès qu'il fut en place, nous ne perdîmes pas de temps pour faire poser la première assise de pierre de taille, de 16 pouces de hauteur, et pour en faire cramponner tous les joints.

180. Le terrain s'étant trouvé d'une bonne consistance, et les pilots bien battus, on les recepa comme les précédens, à 10 pieds sous l'étiage de 1755, suivant la décision du conseil des Ponts et Chaussées.

181. La suite de la construction de cette culée n'a exigé d'autres précautions que celle de charger le plus également possible le caisson, attendu que toute la pierre de taille formant le parement de la culée et des murs en ailes, cette partie devenoit toujours plus pesante que la maçonnerie de moellon, qu'on employoit du côté des terres; mais comme la manœuvre demandoit un peu plus de temps, je fus encore surpris par différentes crues, qui s'éle-

(1) Plus de mille spectateurs furent témoins de cette opération: ils prirent le plus vif intérêt à notre situation, qui, dans l'instant, leur avoit paru la plus inquiétante; mais nous eûmes ensuite la douce et rare satisfaction de voir qu'ils partagèrent véritablement celle que nous devions éprouver.

vèrent jusqu'à 4 pieds sur l'étiage, lesquels, ajoutés aux 10 pieds de la section des pieux, donnoient 14 pieds d'eau sur les bords.

182. Au moment où le caisson étoit parfaitement placé et échoué sur le pilotis, il survint encore une crue de 6 pouces, qui le dérangea absolument. Sa charge n'étoit heureusement pas assez forte pour le fixer; il flotta avec 14 pieds de hauteur d'eau, ou un poids de 2,038,400 livres, sans quoi toute la maçonnerie auroit été couverte d'eau. Je fis très-promptement élever le pourtour des bords avec des madriers d'un pied de hauteur, dans la crainte que la crue ne continuât. Lorsque le caisson fut remis en place, je le fis percer de quatre trous de tarière, pour laisser entrer seulement 4 pieds de hauteur d'eau dans le pourtour des premières assises de la maçonnerie, qui, sur 252 pieds de pourtour, me donnèrent sur une largeur réduite de 20 pouces, 1,512 pieds cubes d'eau, ou un poids de 105,840 livres, qui fut suffisant pour faire reposer le caisson sur le pilotis, sa masse étant alors de 2,144,240 livres.

183. Mais après une seconde vérification de l'ouverture de l'arche, je remarquai que le caisson ayant été percé plutôt d'un côté que de l'autre, s'étoit dérangé de quelques pouces; je fis donc retirer une certaine quantité d'eau, ce qui le mit à flot, et il fut replacé avec la plus grande précision. Cette opération s'est faite en présence de M. Mauricet, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui étoit venu voir les travaux. Je fis pousser ensuite la maçonnerie avec vigueur, placer les anneaux de navigation, et faire tous les ragrémens à sec, ainsi que les joints, avant que l'on s'occupât d'enlever les bords.

On ne peut contester maintenant, d'après ces différentes expériences, la facilité avec laquelle l'on peut placer et déplacer les corps les plus pesans par le secours de l'eau. On verra dans la suite

combien j'ai tiré parti de la force de cet élément dans l'emploi des caissons.

ARTICLE XXX.

Cintres.

184. Les cintres de charpente (1) furent tracés suivant la méthode de M. Peronnet, et le reste de la construction des voûtes, des parapets, et des trotoirs de niveau, n'a présenté aucune autre nouveauté que celle des gargouilles, que, pour la première fois, l'on a pratiquées sous les trotoirs, pour retirer les eaux du pavé; cet usage a été suivi depuis à d'autres ponts.

Le décintrement s'est fait en décallant peu à peu les couchis, et le tassement des voûtes à la clef n'a jamais excédé 3 et 4 pouces (2); mais, pour les grandes voûtes, la méthode que l'Ingénieur Dumoutier a employée au pont de Louis XVI paroît cependant plus régulière et plus prompte. Nous croyons faire plaisir aux Ingénieurs en mettant sous leurs yeux cette méthode, qu'il m'a communiquée et autorisé à rendre publique.

Explication de la manière de décintrer les voûtes, en ruinant les abouts des arbalétriers dans leur assemblage avec les jambes de force.

Planche XVI. (*fig.* 1 et 2.)

185. Après avoir enlevé par-tout les contre-fiches, on fait, avec de longs ciseaux, et sur toute la profondeur des assemblages

(1) Voir à la fin la description de la courbure des arches.

(2) Les deux premières arches étant décintrées, je fus appelé en 1766 à Paris, dans le département de Fontainebleau, et M. Lecreulx, depuis Ingénieur en chef de la

des arbalétriers, dans les jambes de force, des entailles *a*, *b*, *c*, *d*, et *e*, *f*, *g*, *h*, de deux pouces de hauteur, de manière que les arbalétriers ne sont plus soutenus que par les deux supports *c*, *b*, *e*, *g*, et *a*, *d*, *f*, *h*. Cette opération se fait, en même temps, aux deux extrémités des rangs inférieurs d'arbalétriers d'une même arche. On la répète ensuite aux deuxième et troisième rangs, et enfin remontant au quatrième, lorsqu'il y en a quatre. Ceci fini à tous les rangs d'arbalétriers et à toutes les arches, on *ruine* successivement les deux supports, sur un pouce de hauteur et dans toute la profondeur de l'assemblage, aux rangs inférieurs des arbalétriers, et successivement aux deuxième, troisième et quatrième rangs; ensuite, revenant aux rangs inférieurs, on ruine encore, et de la même manière, les deux supports sur le pouce restant de hauteur. On continue cette opération jusqu'à ce que la voûte ne porte plus sur les cintres; ce que l'on connoît lorsqu'on peut facilement retirer les couchis sous la clef.

Il faut avoir la précaution d'enlever les calles et les couchis à fur et mesure qu'ils se trouvent libres sous les reins des voûtes, afin d'éviter les accidens qui pourroient résulter de leur chute sur les charpentiers, lorsqu'ils sont occupés à ruiner les abouts des arbalétriers.

Meurthe, aujourd'hui Inspecteur général des Ponts et Chaussées, me remplaça à Saumur, où il termina la totalité du pont, tant pour la fermeture des dix arches restantes que pour la perfection de cet édifice.

ARTICLE XXXI.

Procédé suivi dans la démolition des anciennes piles du vieux pont de Saumur, de 4 et 6 pieds au-dessous de l'étiage de 1755.

186. M. DE VOGLIO avoit entrepris la démolition des treize anciennes piles du vieux pont depuis le commencement des travaux, pour occuper les ouvriers de l'entrepreneur dans des momens où les opérations du nouveau pont n'en exigeoient pas la même quantité, et, en même temps, pour employer les vieux matériaux dans la maçonnerie de l'intérieur des piles. On avoit successivement enlevé de ces piles, renversées et ruinées depuis plus d'un siècle, tout ce qui étoit au-dessus de l'étiage, mais il restoit le plus difficile à faire; c'étoit la partie des fondations cachée dans l'eau qu'il falloit extirper le plus bas possible, pour faciliter la navigation, particulièrement pendant les basses eaux.

Procédé des mines exécutées dans l'eau.

187. JE fis faire des tubes de fer blanc de 18 lignes de diamètre, de 3, 4, 5 et 6 pieds de longueur, suivant le besoin. Ils étoient fermés à un bout, et bien soudés, pour que l'eau ne pût y pénétrer; ensuite, avec une barre à mine ordinaire, de 2 pouces de ciseau, on formoit le trou de mine : on attaquoit, suivant l'usage, la pierre dans l'eau à coup de masse, en tournant la barre; puis, avec une écurette de fer, on en retiroit les sédimens qui se formoient, et d'autant plus facilement, que l'eau les délavoit à chaque coup. On a poussé cette opération à travers les

joints, tantôt obliques, tantôt horizontaux, des assises, jusqu'à 5 et 6 pieds de profondeur.

188. Lorsque le trou étoit à une profondeur suffisante, on présentoit le tube de fer blanc, choisi d'une longueur convenable pour que le bout supérieur excédât de 6 pouces le dessus de la maçonnerie et de l'eau. On proportionnoit la charge de poudre au diamètre de la chambre, et à la profondeur d'eau dont elle étoit recouverte; les plus fortes étoient alors d'une livre de poudre. Le trou supérieur étoit bouché de liège, dans la crainte que, par mégarde, on y laissât tomber de l'eau ou du mortier de ciment, dont je me servois pour maçonner le pourtour extérieur du tube, jusque dans le fond et au-dessus de l'eau, à l'affleurement de son extrémité supérieure.

189. Cette maçonnerie ayant pris de la consistance, on relevoit le bouchon de liège pour y mettre une charge de poudre, renfermée dans une gargousse proportionnée à la profondeur, après quoi l'on bourroit le tout fortement avec de l'étoupe; on introduisoit, comme à l'ordinaire, l'aiguille à mine de 4 lignes de grosseur, ayant un œil dans le bout supérieur, pour la tourner peu à peu, à mesure que le remplissage en glaise et cailloux, très-menus et bien battus, s'exécutoit. Ensuite, avec un refouloir de bois, on achevoit le remplissage depuis la bourre jusqu'au sommet du tube de fer blanc.

190. Cette aiguille, retirée doucement, laissoit un passage pour conduire la poudre fine jusqu'à la bourre. J'avois disposé un moyen qui me parut très-sûr pour conduire la charge jusqu'au fond, et empêcher que la poudre ne s'attachât aux parois de la glaise; ce qui arrive par la méthode ordinaire des mineurs, et produit souvent des accidens.

191. J'avois fait coudre un ruban de fil d'un pouce de largeur,

assez étroit pour former un petit saucisson, de la grosseur de l'aiguille à mine, lequel étant bourré de poudre fine, formoit une espèce de baguette, qui avoit assez de consistance pour descendre sur la bourre, et je conservois par-là la sécheresse de la poudre.

192. L'introduction étant faite, et à la faveur de la maçonnerie qui enveloppoit le tube au-dessus de l'eau, on couvroit le côté du vent par quelques petites pierres, et l'on procédoit à la mise du feu avec la plus grande précaution; on avoit deux morceaux d'amadou, de deux pouces de longueur, que l'on allumoit en même temps, l'un placé pour communiquer le feu à l'amorce, et l'autre dans une petite boîte de fer blanc, que l'on emportoit en se mettant dans un bateau tout disposé, afin de s'éloigner promptement, en se laissant aller au courant de la rivière jusqu'à 20 ou 30 toises; alors, en observant la consommation de l'amadou allumé contenu dans la boîte de fer blanc, on attendoit avec sécurité l'effet de celui qui communiquoit à la mine, et l'on pouvoit faire jouer plusieurs mines à la fois.

J'ai trouvé ensuite un bon artificier, capable de faire des lances à feu, de 4 lignes de grosseur, que j'ai fait substituer au petit saucisson de ruban de fil. Ces lances, assez solides, descendoient facilement dans le trou de mine jusque sur la bourre de la chambre à poudre.

J'ai fait l'épreuve de ces deux méthodes sur toutes les mines que j'ai fait tirer dans l'eau sans accidens, et nous sommes parvenus enfin à débarrasser le lit de la rivière d'un de ses grands obstacles à la navigation. On pourroit employer ce procédé pour détruire des bancs de rochers qui se trouvent dans plusieurs rivières, en donnant au tube de fer blanc plus de longueur, ou même en le construisant en forte tôle.

ARTICLE XXXII.

Description de la courbure adoptée pour les arches du pont de Saumur, suivie d'une table calculée, et propre au tracé des arches, depuis 24 jusqu'à 100 pieds d'ouverture.

Planche XVII.

On n'avoit encore adopté, pour le tracé des arches sur-baissées des ponts, que des courbes à trois centres; mais les raccordemens des portions de courbes tracées avec des rayons trop différens entre eux, offroient à l'œil des jarrets sensibles, et dont on ne pouvoit que diminuer le mauvais effet par des tâtonnemens difficiles.

M. de Chezy (1), Directeur de l'école des Ponts et Chaussées, venoit de trouver une formule aussi ingénieuse que sûre pour le tracé des courbes à onze centres; j'ai suivi son procédé pour celui des douze arches du pont de Saumur, et, en 1766, pour l'arche du pont de Nogent-sur-Seine, de 90 pieds d'ouverture.

Le rapport entre le petit rayon et le demi-grand axe, ainsi que celui entre le petit et le grand axe étant des quantités variables, et les rapports adoptés pour les parties, dans le tracé des arches du pont

(1) Nous ferons sans doute plaisir aux Ingénieurs en rappelant à leur mémoire le nom de M. de Chezy; ce travail, que nous citons ici de lui, n'est qu'une foible partie des nombreux ouvrages que les sciences doivent à cet Ingénieur, aussi recommandable par ses talens que par ses vertus. M. de Chézy, après avoir parcouru une carrière aussi longue qu'utile et honorable, est mort dans l'infortune, le 13 vendémiaire an 8 (4 octobre 1798), à l'âge de quatre-vingts ans. On doit attendre avec impatience la publication de ses manuscrits, qui formeront sans doute une des premières parties de celle que l'on doit donner incessamment, des travaux, mémoires, ouvrages et découvertes des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, sous le titre d'*Actes du corps impérial des Ponts et Chaussées.*

de Saumur, ayant parfaitement réussi, j'ai cru devoir présenter le tracé de la courbure d'une de ses arches. Toutes les lignes nécessaires pour le tracé étant cotées, il sera aisé de reconnoître les rapports observés dans les quantités variables, et de substituer ces données dans la formule que tous les Ingénieurs connoissent; enfin, j'ai joint une table calculée sur les mêmes rapports, au moyen de laquelle on peut tracer des arches depuis 24 pieds jusqu'à 100 pieds d'ouverture.

ARTICLE XXXIII.

Calculs des courbes à plusieurs centres pour les arches sur-baissées au tiers, appliqués à celles des arches du pont de Saumur.

Planche XVII.

ARCHES DE 24 ET 30 PIEDS D'OUVERTURE.

24 PIEDS D'OUVERTURE.		30 PIEDS D'OUVERTURE.	
AF = 20 pieds 9 pouc. 11 lig. 11 poin. $\frac{1}{3}$.		AF = 26 pieds 0 pouc. 5 lig. 9 points.	
pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.
AB = 8 4 10 9 $\frac{1}{3}$	EC = 7 2 4 9 $\frac{1}{3}$	AB = 10 6 1 3	EC = 9 0 0 0
BG = 4 0 3 7 $\frac{1}{3}$	EL = 1 1 0 9 $\frac{1}{3}$	BG = 5 0 4 6	EL = 1 4 4 0
GO = 1 4 9 7 $\frac{1}{3}$	LK = 0 9 7 6 $\frac{1}{3}$	GO = 1 9 0 0	LK = 1 0 0 3
ON = 1 10 4 9 $\frac{1}{3}$	KI = 2 3 7 9 $\frac{1}{3}$	ON = 2 4 0 0	KI = 2 10 8 0
NM = 2 4 0 0	IH = 3 11 0 0	NM = 2 11 0 0	IH = 4 10 9 0
MF = 2 9 7 2 $\frac{1}{3}$	HF = 5 6 2 0	MF = 3 6 0 0	HF = 6 10 8 6
AF = 20 9 11 11 $\frac{1}{3}$	*Idem.* 20 9 11 11 $\frac{1}{3}$	AF = 26 0 5 9	*Idem.* 26 0 5 9

ARCHES DE 36 ET 42 PIEDS D'OUVERTURE.

36 PIEDS D'OUVERTURE.		42 PIEDS D'OUVERTURE.	
AF = 31 pieds 2 pouc. 11 lig 8 poin. $\frac{2}{3}$.		AF = 36 pieds 5 pouces 5 lig. 7 points.	
pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.
AB = 12 7 3 10 $\frac{2}{3}$	EC = 10 9 7 2 $\frac{2}{3}$	AB = 14 8 6 6 $\frac{1}{3}$	EC = 12 7 2 4 $\frac{1}{3}$
BG = 6 0 5 4 $\frac{1}{3}$	EL = 1 7 7 2 $\frac{2}{3}$	BG = 7 0 6 3 $\frac{1}{3}$	EL = 1 10 10 4
GO = 2 1 2 4 $\frac{1}{3}$	LK = 1 2 5 1 $\frac{1}{3}$	GO = 2 5 4 9	LK = 1 4 9 11 $\frac{2}{3}$
ON = 2 9 7 2 $\frac{2}{3}$	KI = 3 5 7 2 $\frac{2}{3}$	ON = 3 3 2 4 $\frac{1}{3}$	KI = 4 0 6 4 $\frac{1}{3}$
NM = 3 6 0 0	IH = 5 10 6 0	NM = 4 1 0 0	IH = 6 10 3 0
MF = 4 2 4 9 $\frac{1}{3}$	HF = 8 3 3 0	MF = 4 10 9 7 $\frac{1}{3}$	HF = 9 7 9 6
AF = 31 2 11 8 $\frac{2}{3}$	*Idem.* 31 2 11 8 $\frac{2}{3}$	AF = 36 5 5 7	*Idem.* 36 5 5 7

ARCHES DE 48 ET 54 PIEDS D'OUVERTURE.

48 PIEDS D'OUVERTURE.		54 PIEDS D'OUVERTURE.	
AF = 41 pieds 7 pouc. 11 lig. 6 poin. $\frac{2}{3}$.		AF = 46 pieds 10 pouc. 5 lig. 5 poin. $\frac{2}{3}$.	
pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds. pouc, lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.
AB = 16 9 9 2	EC = 14 4 9 7	AB = 18 10 11 10	EC = 16 2 4 9 $\frac{2}{3}$
BG = 8 0 7 2 $\frac{1}{3}$	EL = 2 2 1 7 $\frac{2}{3}$	BG = 9 0 7 0 $\frac{1}{3}$	EL = 2 5 4 9 $\frac{1}{3}$
GO = 2 9 7 2	LK = 1 7 2 9	GO = 3 1 8 0 $\frac{1}{3}$	LK = 1 9 7 7
ON = 3 8 9 8	KI = 4 7 5 7	ON = 4 2 8 4 $\frac{1}{3}$	KI = 5 2 4 9
NM = 4 11 10 0	IH = 7 10 0 0	NM = 5 3 0 0	IH = 8 9 9 0
MF = 5 3 4 4	HF = 11 0 4 0	MF = 6 3 6 2 $\frac{1}{3}$	HF = 12 4 10 6
AF = 41 7 11 6 $\frac{1}{3}$	*Idem.* 41 7 11 6 $\frac{1}{3}$	AF = 46 10 5 5 $\frac{1}{3}$	*Idem.* 46 10 5 5 $\frac{1}{3}$

ARCHES DE 60 ET 66 PIEDS D'OUVERTURE.

60 PIEDS D'OUVERTURE.		66 PIEDS D'OUVERTURE.	
AF = 52 pieds 0 pouc. 11 lig. 6 poin.		AF = 57 pieds 3 pouc. 5 lig. 2 poin. $\frac{3}{5}$.	
pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.
AB = 21 0 2 6	EC = 18 0 0 0	AB = 23 1 5 1 $\frac{1}{5}$	EC = 19 9 7 2 $\frac{1}{5}$
BG = 10 0 9 0	EL = 2 8 8 0	BG = 11 0 9 10	EL = 2 11 11 1 $\frac{1}{5}$
GO = 3 6 0. 0	LK = 2 0 0 6	GO = 3 10 2 4 $\frac{4}{5}$	LK = 2 2 5 4
ON = 4 8 0 0	KI = 5 9 4 0	ON = 5 1 7 2	KI = 6 4 3 2
NM = 5 10 0 0	IH = 9 9 6 0	NM = 6 5 0 0	IH = 10 9 3 0
MF = 7 0 0 0	HF = 13 9 5 0	MF = 7 8 4 9	HF = 15 1 11 5
AF = 52 0 11 6	*Idem.* 52 0 11 6	AF = 57 3 5 2 $\frac{1}{5}$	*Idem.* 57 3 5 2 $\frac{1}{5}$

ARCHES DE 72 ET 90 PIEDS D'OUVERTURE.

72 PIEDS D'OUVERTURE.		90 PIEDS D'OUVERTURE.	
AF = 62 pieds 5 pouc. 11 lig. 2 poin. $\frac{4}{5}$.		AF = 78 pieds 1 pouce 5 lig. 3 points.	
pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.
AB = 25 2 7 9	EC = 21 7 2 4 $\frac{4}{5}$	AB = 31 6 3 9	EC = 27 0 0 0
BG = 12 0 10 9	EL = 3 3 2 2	BG = 15 1 1 6	EL = 4 1 0 0
GO = 4 2 4 9	LK = 2 4 10 2	GO = 5 3 0 0	LK = 3 0 0 7
ON = 5 7 2 4 $\frac{4}{5}$	KI = 6 11 2 2	ON = 7 0 0 0	KI = 8 8 0 0
NM = 7 0 0 0	IH = 11 9 0 0	NM = 8 9 0 0	IH = 14 8 3 0
MF = 8 4 9 7	HF = 16 6 6 4	MF = 10 6 0 0	HF = 20 8 1 8
AF = 62 5 11 2 $\frac{4}{5}$	*Idem.* 62 5 11 2 $\frac{4}{5}$	AF = 78 1 5 3	*Idem.* 78 1 5 3

ARCHES DE 95 ET 100 PIEDS D'OUVERTURE.

95 PIEDS D'OUVERTURE.		100 PIEDS D'OUVERTURE.	
AF = 82 pieds 5 pouc. 6 lig. 2 poin. 6.		AF = 86 pieds 9 pouc. 7 lig. 2 poin.	
pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.	pieds pouc. lig. poin.
AB = 33 3 3 11 6	EC = 28 6 0 0 0	AB = 35 0 4 2	EC = 30 0 0 0
BG = 15 11 2 3 0	EL = 4 3 8 8 0	BG = 16 9 3 0	EL = 4 6 5 4
GO = 5 6 6 0 0	LK = 3 2 0 9 6	GO = 5 10 0 0	LK = 3 4 0 10
ON = 7 4 8 0 0	KI = 9 1 9 4 0	ON = 7 9 4 0	KI = 9 7 6 8
NM = 9 2 10 0 0	IH = 15 6 0 6 0	NM = 9 8 8 0	IH = 16 3 10 0
MF = 11 1 0 0 0	HF = 21 9 10 11 0	MF = 11 8 0 0	HF = 22 11 8 4
AF = 82 5 6 2 6	*Idem.* 82 5 6 2 6	AF = 86 9 7 2	*Idem.* 86 9 7 2

OBSERVATIONS.

Malgré tous les avantages de cette méthode et la forme agréable qu'elle donne aux voûtes, nous ne devons pas oublier les conseils de M. Peronnet. Il nous engage, lorsque les localités pourront le permettre, et particulièrement la qualité de la pierre de taille, à donner la préférence aux voûtes d'un seul arc de cercle, dont la naissance seroit établie à la hauteur des plus grandes eaux, comme au pont de Sainte-Maxence et à celui de Louis XVI.

Cette dernière méthode augmente le débouché des arches, point bien important pour le libre cours des eaux et celui des glaces pendant les grandes débâcles. On pourroit même adopter les principes qu'a suivis ce célèbre Ingénieur, qui semble se fixer à ne

donner, pour l'épaisseur des piles de ces sortes de ponts, que le huitième de l'ouverture des arches, en les établissant sur des empatemens doubles de l'épaisseur des piles, et pour celle des culées, ou pour leur prolongement dans les terres, six fois au moins l'épaisseur des piles.

ARTICLE XXXIV.

Comparaison des deux méthodes employées pour fonder le pont de Saumur, jusques et compris la plate-forme, déduction faite de la maçonnerie qui doit être commune à toutes manières de fonder avec pilotis.

INDICATION DES OUVRAGES.	FONDATIONS ordonnées par l'adjudication avec épuisemens.	FONDATIONS avec batardeaux et épuisemens d'après les états de dépense.	FONDATIONS exécutées, partie avec batardeaux et partie avec caisson, suiv. la dép. effectiv.
ADJUDICATION.			
L'estimation des ouvrages à faire pour la fondation des onze piles et des deux culées jusques à la plate-forme, est, suivant l'adjudication,			
SAVOIR,	liv. sous den.	liv. sous den	liv. sous den.
Pour ponts de service.	12,573 19 9		
Batardeaux.	148,218 8 "		
Pilotis et plate-forme, compris le moellon entre les racinaux.	168,478 8 3		
	329,270 16 "		

INDICATION DES OUVRAGES.	FONDATIONS ordonnées par l'adjudication avec épuisemens.	FONDATIONS avec batardeaux et épuisemens d'après les états de dépense.	FONDATIONS exécutées, partie avec batardeaux et partie avec caisson, suiv. la dép. effectiv.
	liv. sous den.	liv. sous den.	liv. sous den.
De l'autre part	329,270 16 "		
Somme, par évaluation, pour les épuisemens	200,000 " "		
Total pour fonder les deux culées et les onze piles du pont de Saumur, avec batardeaux et épuisemens, sur les prix de l'adjudication	529,270 16 "		
Dépenses, suivant l'expérience, avec batardeaux et épuisemens.			
Il a été reconnu et constaté par les journaux de la culée et de la première pile, que les prix de l'adjudication étoient trop foibles, et qu'il en résultoit nécessairement des augmentations dans la dépense,			
SAVOIR;			
Les ponts de service	. . . . .	12,654 5 5	
Batardeaux	. . . . .	278,541 2 11	
Épuisemens.	. . . . .	295,866 13 8	
Pilotage et plate-forme	. . . . .	251,138 10 8	
Total de la fondation des deux culées et des onze piles, jusqu'à la plate-forme, avec batardeaux et épuisemens, d'après les états	. . . . .	838,200 12 8	
	529,270 16 "	838,200 12 8	

INDICATION DES OUVRAGES.	FONDATIONS ordonnées par l'adjudication avec épuisemens.	FONDATIONS avec batardeaux et épuisemens d'après les états de dépense.	FONDATIONS exécutées, partie avec batardeaux et partie avec caisson, suiv. la dép. effectiv.
	liv. sous den.	liv. sous den.	liv. sous den.
Ci-contre.	529,270 16 "	838,200 12 8	
Dépense effective des fondations du pont jusqu'à la plate-forme, comprises celles de la culée et de la première pile, avec batardeaux et épuisemens.			
Chaque culée est évaluée à deux piles, ce qui fait qu'on peut évaluer la totalité comme quinze piles à fonder.			
La dépense de la culée et de la première pile, du côté du faubourg, évaluée à trois piles ensemble.	. . . . .	. . . . .	212,789 11 11
Les douze autres piles avec caissons, d'après l'expérience des 2e, 3e, 4e, 5e et 6e piles, à raison de 29,344 liv. 13 sous 6 deniers chacune	. . . . .	. . . . .	352,136 2 "
Total de la dépense effective de la fondation du pont de Saumur, partie avec épuisemens, et partie avec caissons.	. . . . .	. . . . .	564,925 13 11
TOTAUX	529,270 16 "	838,200 12 8	564,925 13 11
Le dixième est compris dans tous les prix ci-dessus.			
Reste des taxations. . . .	19,847 13 1	31,170 " 4	21,184 14 6
TOTAL GÉNÉRAL	549,118 9 1	869,370 13 "	586,110 8 5

RÉCAPITULATION.

Toute la fondation du pont de Saumur, jusques et compris la plate-forme, étoit estimée par l'adjudication à 549,118 livres 9 sous 1 denier.

Dépense estimée d'après celle de la culée et de la première pile, avec batardeaux et épuisemens.

	liv.	sous	den.
La dépense faite pour fonder la culée du côté du faubourg, et la première pile, avec batardeaux et épuisemens, a occasionné des augmentations sur les prix du détail, et en ouvrages non prévus dans l'adjudication, qui auroient fait monter la dépense des fondations jusqu'à la plate-forme, à la somme de	869,370	13	"
A déduire l'estimation de l'adjudication	549,118	9	1
L'adjudication étoit donc trop foible de	320,252	3	11
La fondation auroit coûté, suivant l'expérience des premières années, jusqu'à la plate-forme, la somme de	869,370	13	"
A déduire la dépense effective, faite partie avec des batardeaux et partie avec des caissons	586,110	8	5
Reste en bénéfice sur la méthode de fonder	283,260	4	7
Mais on a évité toutes les dépenses imprévues occasionnées par des batardeaux situés au milieu d'une rivière de 150 toises de largeur, que nous avons évaluées, par des rapports exacts, à	217,740	"	"
Total du bénéfice	501,000	4	7

La méthode des caissons pour la fondation de dix piles et une culée du pont de Saumur, au moyen de la machine à scier les pilots dans l'eau, depuis 10 jusqu'à 15 pieds sous l'étiage, a donc produit une économie de 501,000 liv. 4 sous 7 den., et l'on a en outre l'expérience d'une très-grande solidité, depuis plus de quarante-six années que cet édifice est construit.

OBSERVATIONS.

N'AYANT point voulu interrompre l'historique des fondations du pont de Saumur, j'ai renvoyé à rendre compte ici d'un accident qui a eu lieu à la onzième pile, et de la manière dont j'y ai remédié.

J'ai pensé également qu'il seroit utile de faire connoître les expériences qui ont été faites pour parvenir à déterminer au moins approximativement et suffisamment pour la pratique le poids dont un pieu de fondation, qui a résisté à une force quelconque de percussion, peut être chargé sans qu'il s'enfonce.

ARTICLE XXXV.

Accident arrivé à la onzième pile par un défaut de surveillance.

193. FIDÈLE à ma promesse, de faire connoître jusqu'aux plus petits inconvéniens que j'ai éprouvés dans l'exécution de cette nouvelle manière de fonder les ponts, je ne dissimulerai pas qu'un défaut de surveillance de la part d'un agent subalterne m'a infiniment contrarié. L'effet n'en a cependant point influé sur le succès de la méthode, mais il m'a été désagréable, parce qu'il a donné lieu à quelques esprits critiques de s'exercer contre nos opérations. Je ne puis mieux leur répondre qu'en leur en présentant les détails avec la plus exacte vérité.

194. Tous les pilots de la onzième et dernière pile du pont de Saumur étant recepés, je fis entrer le caisson, comme à l'ordinaire, dans l'enceinte des appontemens, après qu'il eut été chargé de la première assise, qui lui donnoit un tirant d'eau de 52 pouces, et l'on continua la maçonnerie suivant l'usage. Comme il ne restoit

plus que 68 pouces à peu près pour le faire échouer, la seconde assise entière et la moitié de la troisième devoient suffire à cet effet; lorsque cette dernière partie fut en place, le tirant d'eau restant toujours le même, je reconnus que le caisson portoit sur quelques corps étrangers et très-solides; je fis donc cesser promptement le travail des maçons, et cherchai ensuite la cause de la stabilité apparente du caisson.

195. Je fis choix de deux plongeurs intelligens, qui me rapportèrent tous deux que le caisson ne portoit point dans tout son pourtour, mais seulement vers le milieu. Nous nous livrâmes alors, l'élève ingénieur, les entrepreneurs et moi, à différentes conjectures sur la cause de cet événement, et sur les moyens d'y remédier. Je m'appliquai à découvrir cette cause avant de faire démolir la troisième assise, pour mettre le tout à flot; mais comme le caisson tiroit déja 120 pouces d'eau, je fus obligé de faire draguer dans la partie d'aval du lit de la rivière qui n'avoit pas cette profondeur, afin de faire sortir le caisson de son enceinte lorsqu'il seroit allégé.

196. Pour suivre mon idée, je composai deux espèces de sondes en bois, recourbées de manière à pouvoir passer sous le caisson, et me rapporter les mesures de la distance des bords jusqu'à l'obstacle. Je trouvai enfin, en traçant par des aplombs tous les points des repères sur l'appontement supérieur qui couvroit le caisson, la figure et les dimensions de l'about d'un de nos pilots de 15 pieds de longueur, qui, n'ayant pas été retiré sans doute, s'étoit engagé dessous le caisson et entre les pieux.

197. Dès lors je fis faire une seconde vérification des recoupes des pilots qui étoient encore sur le rivage, il ne s'en trouva effectivement que 115 au lieu de 116; alors je pris le parti de faire enlever la moitié des pierres de la troisième assise, et le caisson flotta, ne tirant plus que 110 pouces d'eau.

198. Quant au tronçon de bois, il fallut employer la force pour l'arracher de la position qu'il avoit entre quelques têtes des pilots recepés et le moellon de remplissage; je fis pratiquer deux grands tire-fonds en fer, composés chacun d'une barre de 18 pieds de longueur, ayant au bout supérieur un œil pour recevoir un cable, et de l'autre environ 6 pouces de pas de vis, faite avec une pointe très-incisive, afin d'attaquer et pénétrer le bois, en tournant avec un petit levier passé dans l'œil de la tête du tire-fond, et ayant appliqué à chaque bout du tronçon de bois une de ces vis, je suis parvenu à l'enlever; on replaça ensuite le caisson, et l'on continua la construction de la pile.

On verra dans la suite de cet ouvrage le parti que j'ai tiré de l'idée de ces grands tire-fonds, lorsque j'ai réparé le radier de l'écluse du bassin du Hâvre, en 1777.

199. L'Ingénieur en chef, M. de Voglio, étoit alors à Tours: je lui avois fait part de la suspension de la fondation de la onzième pile, en même temps du succès des fondations de la culée du côté de la ville; mais il me répondit que lui et l'intendant étoient déja prévenus de ce prétendu accident, qui leur avoit causé de grandes inquiétudes. Je lui rendis compte de ces détails, il en parut satisfait, et m'engagea à accélérer les travaux pour terminer les fondations du pont.

200. Cet événement, seul effet de la négligence du commis qui étoit chargé des détails de cette partie du travail, ne sera certainement jamais regardé, ainsi que la critique se plut à le répandre alors, comme un inconvénient d'une méthode à laquelle on ne peut se refuser d'accorder les plus grands avantages.

ARTICLE XXXVI.

Expériences ou essais sur les effets de la percussion applicable au battage des pilots, suivant les procédés employés à Saumur en 1762.

201. La connoissance que nous avons des tassemens qui se sont manifestés successivement aux fondations de différens ponts et sur plusieurs grands édifices, m'a toujours occupé, et j'ai cherché à me tranquilliser à cet égard.

L'examen particulier que je venois de faire du battage des pilots du pont de Saumur, d'après des journaux et des attachemens très-exacts, me donna lieu de penser que, par des expériences faites en grand et avec précision, on pouvoit parvenir à connoître, par approximation, les effets de la percussion, ou, pour mieux dire, à établir des résultats de pratique au moyen desquels on pût assigner le poids que peut porter un pieu, sans éprouver aucun enfoncement lorsqu'il aura été battu, dans un terrain à peu près homogène, avec un mouton dont le poids et la hauteur des chutes auroient été déterminés.

202. Il n'est aucun constructeur qui ne sente de quelle utilité seroit une pareille découverte pour faciliter la fondation des ponts, et quelle difficulté elle offre à la théorie, puisqu'elle tient à la question, tant de fois agitée, des forces mortes et des forces vives. Toutes les expériences faites jusqu'à ce jour pour y parvenir par le secours de la pratique, m'ayant paru ou mal appliquées aux circonstances, ou toujours faites trop en petit, j'ai cru qu'il étoit intéressant de profiter de la facilité qu'offroient les chantiers du pont de Samuur pour faire des expériences propres à donner des

résultats de pratique, capables de seconder en quelque sorte les recherches de la théorie, en cherchant à comparer une force de pression à une force vive.

PROCÉDÉ.

203. Pour remplir cet objet, je me suis arrêté à l'idée de former dans un moule en cuivre une quantité de cônes coulés en plomb, de les poser sur un plan très-solide, susceptible de la plus grande résistance, de faire battre chacun de ces cônes par un mouton, dont on augmenteroit progressivement les hauteurs de chutes; enfin, de charger, au moyen d'un plateau en forme d'enrayures, des cônes semblables, par des poids ajoutés successivement, jusqu'à ce qu'on fût parvenu à donner à leurs axes le même degré d'affaissement que la chute du mouton auroit produit à ceux des premiers cônes frappés.

204. L'on m'objectera que cette expérience pèche en ce que je cherche à comparer des forces vives à des forces mortes, dont les rapports sont absolument inconnus et le seront long-temps, puisque l'action ou vitesse des poids, successivement appliqués sur les cônes en repos, et qui ne s'opère que pendant le temps imperceptible de l'affaissement du plomb, est pour ainsi dire nulle, en comparaison de la vitesse due à la chute du mouton. Je crois pouvoir répondre à cette objection; qu'importe que les forces soient vives ou mortes, puisque le résultat cherché dépend moins de la nature de ces forces que de leurs effets? et si l'applatissement du cône par la chute du mouton exprime la force totale du coup, on peut négliger celle qui lui reste après l'ébranlement des parties comprimées, ainsi que la quantité du mouvement qui reste au mouton après la percussion.

205. Mais, dans tous les cas, les effets sont proportionnels

aux causes, et peuvent, quoiqu'ils soient produits par une force vive, être représentés par une force morte, telle que celle des poids, dont j'ai fait charger successivement les cônes en plomb, pour les réduire au même degré d'applatissement, effet que l'on peut regarder à peu près comme la mesure commune de l'une et l'autre force.

206. J'observerai d'ailleurs que cette expérience me paroît devoir approcher d'autant plus du but que je me suis proposé, que dans la construction d'un pont on suit, pour ainsi dire, le même procédé, en chargeant peu à peu et successivement les pilots des fondations par le poids de la maçonnerie, dont la vitesse est nulle relativement à celle qui a produit l'enfoncement du pilotis.

Il surviendra nécessairement des différences dans le nombre des percussions, que l'on doit indispensablement produire avec des moutons de divers poids. Les effets de ces différences observées donneront lieu de perfectionner les procédés et l'expérience (1).

207. Le bâtis de charpente dont je me suis servi est composé d'une pièce de bois verticale de 5 pieds de hauteur sur 6 pouces de grosseur, saisie dans deux coulisses qui empêchent qu'elle ne

(1) Lorsque M. Peronnet voulut connoître la résistance de la pierre de Saillant-Court, pour l'employer au pont de Neuilly, il trouva qu'un pied cube de cette pierre, du poids de 152 livres, pouvoit être chargé successivement d'une pression de 240,000 livres, avant de s'écraser; d'où il a conclu, en divisant cette quantité par 152, que la résistance d'un pied cube étoit égale à une colonne de la même pierre, de 1580 pieds de hauteur; mais il ne fit aucune attention à la vitesse ni au temps employé pour rompre cette pierre. Il fut cependant suffisamment convaincu que la pression de 240,000 livres lui avoit indiqué la résistance d'un pied cube de la pierre de Saillant-Court. Cette approximation, généralement adoptée aujourd'hui, est bien en effet le résultat des moyens que je propose pour comparer une force de pression à une force vive.

s'incline dans aucun sens; elle soutient par son extrémité supérieure une enrayure de charpente très-forte, portée par des soubardiers et contre-fiches parfaitement assemblés; le dessous de cette pièce perpendiculaire est garni d'une plaque de fer bien unie, qui doit reposer sur la pointe du cône de plomb, et le charger d'abord du poids de la pièce et de son enrayure. Si l'affaissement ne répond pas alors à l'échantillon du cône écrasé par la chute du mouton, on relève l'enrayure avec deux leviers, pour y placer une quantité de poids également distans du centre de gravité; et laissant descendre le tout sur un nouveau cône, où cette pression ainsi augmentée fait un plus grand effet, on vérifie la hauteur de l'affaissement jusqu'à ce que les axes des deux cônes tronqués soient parfaitement égaux.

208. Quand on est parvenu à former deux cônes tronqués de même hauteur à l'axe, autant qu'il est possible d'en juger avec la précision du compas, l'un par le choc d'un mouton ou d'une percussion, l'autre par la charge d'un certain nombre de poids, on en conclut l'effet de la percussion; car, s'il a fallu 3,000 livres pour applatir le cône au même point que le choc du mouton, il s'ensuit donc que cette percussion équivaut à 3,000 livres de forces au moins; alors cette approximation, d'après mon hypothèse, est admissible.

209. La forme et les dimensions du cône ont été déterminées de manière que sa base eût assez d'assiette pour qu'il ne fût jamais renversé par le choc, et que sa hauteur perpendiculaire étant parfaitement connue, fût toujours facile à vérifier; à cet effet, la section par l'axe du cône formant un triangle équilatéral de 3 pouces de base, avoit 32 lignes de hauteur perpendiculaire : les trois angles de ce triangle étant de 60 degrés, chaque petite partie du sommet écrasé par la percussion formoit nécessairement un

petit triangle semblable au grand, dont les bases sont parallèles et proportionnelles entre elles, lorsque le choc se fait bien perpendiculairement à leur axe.

210. Le moule de cuivre destiné à rendre tous les cônes égaux a été centré et poli avec beaucoup de précaution; le plomb a été choisi de bonne qualité, et la refonte faite avec soin, en observant de les laisser refroidir au moins dix heures avant de s'en servir, afin de donner aux cônes la même consistance. Le poids de chacun de ces cônes étoit de 2 livres 15 onces $\frac{1}{2}$.

211. Le point d'appui sur lequel la base du cône devoit être placée a exigé une attention toute particulière, afin de diminuer la réaction. On a d'abord fait un massif de maçonnerie d'environ 10 pieds de longueur sur 2 pieds de hauteur et de largeur, sur lequel étoit posée une semelle de bois, portant exactement dans toutes ses parties sur la surface de la maçonnerie; mais, malgré toutes ces précautions, les prémières chutes du mouton, d'un pied de hauteur seulement, ont totalement dérangé la semelle, et la réaction a paru fort sensible. Enfin, après avoir cherché d'autres moyens pour diminuer la réaction, tels que celui d'attacher avec des brides de fer la semelle sur la maçonnerie, je m'en suis tenu à faire battre le terrain dans un certain espace pour y placer une grosse pièce de bois, de 20 pieds de longueur, sur 18 ou 20 pouces d'équarrissage. Alors le poids de cette pièce et la continuité de toutes ces parties, qui portoient également sur le terrain, ont diminué sensiblement la réaction, au point que les moutons de 3 à 400 livres, tombant de 8 à 10 pieds, demeuroient en repos sur la pièce de bois, et le mouvement communiqué à la poutre et au terrain étant presque insensible, la majeure partie des effets du choc se portoit sur le cône de plomb. L'effet de la force vive étoit proportionnel au temps que la partie supérieure du cône

mettoit à s'affaisser et à distribuer son mouvement à toutes les parties environnantes.

212. J'ai voulu connoître, avant toutes choses, à quelle hauteur de percussion la réaction devenoit sensible à l'œil. J'ai trouvé que les poids de dix jusqu'à cent livres pouvoient tomber de 5 à 6 pieds de hauteur sans que la réaction se manifestât sensiblement; mais à 12, 18 et 20 pieds, le choc étoit si considérable et la communication du mouvement si prompte, qu'il en résultoit une très-grande perte dans l'effet de la percussion que j'aurois voulu réunir dans un seul point; mais cela est impossible dans ce cas, comme je l'ai dit, par la vertu particulière de la force vive.

213. C'est d'après nombre d'observations sur la percussion et la réaction du point d'appui, que je me suis déterminé à ne porter les hauteurs des chutes des moutons que depuis une ligne jusqu'à 12 lignes, d'un pouce jusqu'à 12, et enfin d'un pied jusqu'à 12; une autre raison encore m'a forcé de me restreindre dans les élévations des chutes : c'étoit la difficulté de pouvoir charger les cônes au-delà de 17,000 livres, n'ayant pas à ma disposition la quantité de poids nécessaires; mais je pense que le compte exact que je rends, et que je présente sous la forme d'un tableau, pourra être de quelque utilité.

OBSERVATIONS.

214. Aucun Ingénieur n'est embarrassé pour connoître, à très-peu de chose près, le poids de la masse d'un pont qu'il doit construire. Il pourra donc déterminer le nombre des pilots de fondation dont il aura besoin, en leur donnant le moins de charge possible à soutenir; il pourra même s'assurer de leur stabilité en réglant le poids du mouton, la hauteur de sa chute et le nombre des volées ou des percussions.

215. On trouvera dans cette table que pour mettre un pieu au refus, et le rendre capable de supporter un poids de 15,000 livres, on peut employer divers moyens que les circonstances et l'économie prescriront. Il suffira d'employer, 1°. un mouton du poids de 100 livres, tombant de 12 pieds de hauteur; 2°. un de 200 livres, tombant de 5 pieds; 3°. un de 300 livres, tombant de 4 pieds; 4°. un du poids de 1,000 livres, tombant d'un pied; 5°. enfin un mouton de 1,700 livres, tels que ceux dont nous avons fait usage au pont de Saumur, mais tombant seulement de 6 pouces : en un mot, toutes ces percussions se trouvent équivalentes à une pression de 15,000 livres au moins, parce que j'ai toujours pris le minimum des effets du choc, comme plus certain pour l'exprimer dans la table, et ainsi de suite pour les plus grandes masses.

216. L'on peut juger maintenant, et avec une sorte de certitude, des avantages des sonnettes à déclic, en comparant les différentes chutes aux effets qu'elles produisent. Les 1,780 pilots qui sont employés dans les fondations du pont de Saumur ont été battus de cette manière, avec des moutons de 1,200 à 1,700 livres, et par des chutes, pour les premières piles, de 4 et 5 pieds, et pour les suivantes, de 10, 12 et 20 pieds, et il s'ensuit que la masse totale du pont étant évaluée à 106 millions, chaque pieu devoit porter environ 60 milliers. Nous sommes certains qu'ils ont éprouvé chacun une suite de percussions équivalentes à plus de 300,000 livres, ou en total, les 1,780 pilots réunis, à peu près à 500 millions; en outre, comme la force des bois de bout est en raison inverse du carré de leur longueur, ne pourroit-on pas en conclure que, tous ces pieux ayant été recepés à moitié de leur longueur, leur résistance statique, suivant ce principe, est au moins de 120 milliers à peu près pour chacun?

ICES FAITES PRESSIONS

4 DES PERCUTEURS.

ussions		Indications des pressions équivalentes à des percussions depuis 2 Pieds de chute jusqu'à 12.										
11.	12.	2 pouces	3.	4.	5.	6.	7	8.	9.	10.	11.	12.
152	161	261	360	4116	2496	2803	3100	3436	3740	4050	4325	4606
386	420	471	596	6916	4676	4996	5180	5896	6207	7063	7923	8400
375	460	546	671	7961	4781	5481	5906	6670	7780	8060	8076	8696
320	336	560	820	10840	4660	4913	5500	6120	6896	7496	8300	8900
400	430	760	1090	14241	5006	5696	6200	6830	7430	8060	8640	9307
520	560	1000	1300	15346	5867	6660	7676	8566	9063	9930	10200	10900
640	690	1040	1390	16740	7463	8367	9230	9896	10096	10730	11200	11960
960	1040	1375	1710	19858	8476	9123	9771	10418	11066	11713	12361	13010
1000	1070	1300	1500	16667	8055	8913	9971	10629	11487	12345	13203	14060
1130	1200	1400	1600	18007	9000	9873	10746	11619	12492	13365	14238	15110
1768	1800	2100	2681	30810	14900							
2305	2350	2681	3081	3571								
2667	2800	3481	3981	4550								
3134	3200	3781	4550	5481								
3433	3500	4550	5481	6148								
3843	3981	4550	5481	6480								
4127	4200	5481	5486	7480								
4434	4550	5681	6987	8149								
4750	4850	6481	7481	8481								
5254	5481	6981	7481	9900								
5926	6148	6681	8481	10481								
5926	6148	7250	8481	10481								
5600	5700	7382	9481	10481								
6250	6500	8481	10481	11500								
7200	7460	8481	10000	11500								
8167	8500	9981	11500	12500								

ble, par la difficulté de charger et à cause des vérifications.
ar exemple, pour un mouton de l'effet de la percussion, ainsi des autres.

Gravé par E. Collin.

217. Je ne me dissimule pas que l'on doit regarder ces expériences comme dépourvues de principes, qu'elles ne sont, ainsi que je l'ai dit, qu'un tâtonnement approximatif, pour connoître au moins, et à peu près, ce que l'on doit présumer de la force des pilotis des ponts, en attendant que la théorie nous éclaire sur cette partie de la mécanique, si importante pour les Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

ARTICLE XXXVII.

Expériences sur le battage des pieux.

218. Comme nous n'avons trouvé dans les mémoires de nos Ingénieurs, sur la construction des grands ponts, aucune expérience exacte, relativement au battage des pieux de fondation, et comme nous avions des exemples malheureux de l'affaissement de quelques-uns de ces édifices, nous prîmes le parti, l'Ingénieur en chef et moi, de profiter des grands travaux dont l'exécution nous étoit confiée, pour réparer, en quelque sorte, l'oubli de nos anciens maîtres; mais j'ai peut-être poussé mes observations au-delà des bornes purement nécessaires, dans l'intention de ne rien omettre d'important dans ce recueil d'expériences sur le battage des pieux.

Dans la méthode ancienne de fonder avec batardeaux, les sonnettes sont solidement établies sur le terrain naturel, lorsque les épuisemens le permettent; alors les ouvriers se distribuent à leur avantage. Ici, nous étions forcés de nous établir au milieu de la rivière, sur de grands bateaux, qui étoient fixés d'abord par des ancres, ensuite par des pieux d'amarrage solidement battus.

On conçoit d'après cela que, pour la manœuvre générale, on eut besoin de ponts de service ou de petits bateaux.

Observations sur différentes manières de battre les pieux, et calcul du prix de la main-d'œuvre.

Construction de la troisième et de la quatrième pile du pont de Saumur.

M. de Voglio ayant, comme je l'ai dit, ordonné que le battage des pieux se fît à la tâche, je comparai plusieurs jours d'un travail suivi, dont le résultat fut que quarante-sept hommes, appliqués à une sonnette garnie d'un mouton pesant 1,200 livres, ont frappé dans un jour 3,575 coups de mouton.

Les quarante-sept hommes, dont quarante-quatre payés à 18 sous par jour, et trois enrimeurs à 20 sous, font pour une journée de sonnette, 42 livres 12 sous, ce qui fait monter à près de 24 sous le cent de coups de mouton; ou 6 sous la volée de 25 coups, pour laquelle on délivroit un maron de plomb de la valeur fictive de 6 sous.

Mais, jugeant par ce travail que le bénéfice seroit trop considérable pour l'ouvrier, j'ai cru devoir, en portant le prix de la volée à 6 sous, exiger que chaque sonnette fût montée de cinquante hommes, compris les enrimeurs et le renardier, pour que le mouton fût élevé à chaque coup au moins de 5 à 6 pieds, et que les volées fussent de 30 coups de mouton au lieu de 25; que les ouvriers fussent chargés en outre des transports par bateaux des pieux, pris à 250 toises de distance, ainsi que de celui des bois d'échafauds, de la façon de tous les appontemens, du déplacement des grands bateaux à sonnettes, du changement des

moutons et poulies au cas d'accidens, sans qu'ils pussent demander à la fin de la campagne aucune indemnité. L'Ingénieur en chef ayant approuvé cet arrangement, et suivi par lui-même le travail à la tâche, l'ouvrage fut exécuté de cette manière pendant toute la campagne.

Les trois sonnettes qui ont commencé à battre le 2 juin étoient servies par 50 hommes, et armées de moutons de 1,200 livres; elles ont continué jusqu'au 20 septembre, c'est-à-dire pendant cent huit journées. Il a été donné 45,396 volées de 30 coups de mouton, tombant de 3, 4 et 5 pieds de hauteur, et pour lesquelles on a délivré aux ouvriers, pour chacune, un maron de plomb représentant 6 sous, en total. 13,618 l. 16 s.

De plus, 12 jours de sonnette de quarante-sept hommes à 42 livres 12 sous	511	4
108 journées de commis distributeurs des marons	108	0
Dépense totale du battage des pieux pendant la campagne de 1758	14,238	0

Sur quoi déduisant la somme de 4,779 livres pour les 324 pieux d'enceinte, au prix de 14 livres 15 sous l'un; il reste celle de 9,459 livres, qui, divisée par 232, nombre des pieux de fondation de la troisième et de la quatrième pile, donne pour le prix du battage de chaque pieu 40 livres 15 sous 5 deniers.

On remarquera que le nombre de 11,400 journées d'ouvriers employées à ce battage, pendant 108 jours de travail, divisant la dépense totale 14,238 liv., donne pour le prix réduit de chaque journée à la tâche 1 livre 4 sous 11 deniers, ce qui n'est point trop fort en comparaison du travail à la journée, qui se paie 18 et 20 sous. Pour ne rien laisser à désirer sur cet objet, je crois devoir

ajouter ici un état comparatif de la dépense du battage, fait à la journée, pendant les deux premières campagnes, avec celle qui vient d'être faite à la tâche en 1758, avec les anciennes sonnettes.

Suivant les détails et contrôles des deux premières campagnes, 1756 et 1757, le battage de chaque pieu de fondation à la journée est revenu à 32 livres 1 sou 8 deniers, ce qui feroit, pour 232 pieux de fondation battus cette année, la somme de. . . . . 7,443 l. 6 s. 8 d.

Chaque pieu d'enceinte ayant coûté à la journée 14 livres 15 sous, les 324, battus cette année. 4,779 0 0

Total pour le battage des pieux de la troisième campagne, en supposant qu'ils eussent été battus à la journée, comme pendant les deux précédentes. 12,222 6 8

Mais le battage fait à la tâche en 1758, avec cinquante hommes, a coûté 14,238 0 0

Reste en excédent pour le battage à la tâche des 232 pieux de fondation. 2,015 13 4

Ce qui fait pour chacun des 232 pieux de fondation un excédent de 8 livres 13 sous 9 deniers.

Quoique la dépense du battage des pieux, fait à la tâche avec les anciennes sonnettes, excède celle du battage fait de la même manière à la journée pendant deux campagnes consécutives, il est cependant vrai qu'elle doit être considérée comme très-avantageuse par les raisons qu'on va exposer.

La longueur réduite de la fiche des pieux battus à la journée, pendant les deux premières campagnes, au-dessous du plus bas

étiage, n'étoit, suivant les journaux tenus, que de 23 pieds, hauteur réduite, celle des chutes de moutons étant trop foible; celle des pieux battus à la tâche pendant la troisième est de 26 pieds de profondeur réduite, ce qui donne 3 pieds de plus de longueur de fiche pour chaque pieu de fondation battu à la tâche, à une profondeur où le terrain offre une plus grande résistance, et doit faire augmenter la dépense, au moins dans le rapport de la longueur de fiche, qui est de 23 à 26.

En outre, en supposant que les ouvriers eussent toujours travaillé à la journée, avec la même vitesse que pendant l'expérience faite par le Sous-Ingénieur, ce qui étoit le travail le plus fort à espérer, ils n'auroient frappé que 3,565 coups de mouton par jour: le nombre réduit des coups de mouton frappés à la tâche par chaque journée, pendant toute la campagne, a été de 6,000 ou 200 volées, compris toute perte de temps pour appontemens et autres manœuvres; ce qui fait deux cinquièmes de plus de travail par chaque journée; de manière que le battage du pilotis des deux piles, qui n'a duré que 108 jours, auroit pu, sans cet avantage, être plus long et plus coûteux par les accidens imprévus et les difficultés de la manœuvre.

Expériences extraites du journal, année 1759.

Description d'une sonnette à déclic employée en 1759 au battage des pieux de fondation.

L'expérience des années précédentes, sur le battage de plus de 1,000 pieux de fondation, ayant suffisamment fait connoître que la nature du fond de la rivière de Loire, dans lequel ces pieux avoient été battus au refus, ne leur avoit permis d'entrer que

jusqu'à 28 et 29 pieds sous l'étiage, après avoir reçu environ 8,000 coups de mouton de 12 à 1,400 livres, l'on devoit s'attendre à éprouver la même résistance pour la fondation des sept piles et de la culée qui restoient à établir.

L'Ingénieur en chef convaincu, ainsi que moi, que la solidité des ponts dépend du battage des pieux, me chargea de disposer une sonnette à déclic, laquelle procureroit certainement des avantages d'économie sur le temps, et particulièrement sur le nombre des hommes à employer; ce qui importoit d'autant plus, que les fonds accordés pour la campagne de 1759 étoient moins considérables que ceux accordés pour les années précédentes. La réduction du travail à celui d'une seule pile donnoit plus de temps à nos expériences particulières.

La seule inquiétude qui nous restoit étoit que les pieux ne se fendissent par l'effet des chutes d'un mouton de 1,400 livres, tombant de 20 pieds de hauteur; pour prévenir cet inconvénient, nous prîmes le parti de faire frêter les pieux à leur tête; d'ailleurs nous avions tout lieu de croire que la première assise de la maçonnerie de cette pile, devant être posée à 12 pieds sous l'étiage, et les pieux conséquemment recepés à 14 pieds 1 pouce, les fentes longitudinales du bois des pieux ne se prolongeroient pas à cette profondeur, étant toujours serrées par le terrain naturel; qu'au reste, si l'expérience faisoit juger ce battage préjudiciable, il nous seroit fort aisé de diminuer la hauteur de la chute des moutons.

Le temps prescrit pour commencer les travaux ne m'ayant pas permis de composer une nouvelle sonnette, je fis disposer provisoirement deux de nos anciennes, de manière à produire les mêmes effets; garnies d'un mouton de 1,200 livres, elles n'employoient, par le moyen d'une grande roue, que douze hommes

au lieu de quarante-sept ou cinquante, qui étoient appliqués journellement à nos sonnettes.

Description d'une sonnette ordinaire, disposée pour opérer avec un déclic.

PLANCHE III.

La figure première offre le plan d'une sonnette ordinaire, placée vis-à-vis d'un pieu A, avec la coupe des élingues ou coulisses verticales servant de conducteur au mouton.

Le treuil D traversant une roue C, de 10 pieds de diamètre, garnie de ranches en bois, placées sur la circonférence de 18 en 18 pouces, pour faciliter le placement des manœuvres au point P.

La sonnette dont le profil est représenté par la figure deuxième, a été changée dans son ancienne forme, pour y placer une poulie E, de 4 pieds de diamètre, et un treuil D, pour recevoir la roue de champ C, de 10 pieds de diamètre : sur ce treuil s'enroule un cable ordinaire, passant dans la gorge de la poulie E, répondant et fixé au déclic F, qui s'accroche à l'anse d'un mouton B, du poids de 12 à 1,400 livres, suivant le besoin.

Enfin, le petit cordage G, attaché à la branche du déclic, sert à opérer l'échappement et la chute du mouton, élevé à différentes hauteurs, ainsi qu'on le juge à propos; mais l'échappement n'est indiqué ici qu'à 14 pieds de hauteur, quoiqu'il ait été porté avec des sonnettes plus élevées, jusqu'à 24 pieds, comme on le verra dans les résultats de l'expérience.

La figure troisième, donnant la vue de face, exprime de même la hauteur de la chute, la position du treuil D, de la roue C, et celle des travailleurs placés en P.

Calculs et effets de la sonnette à déclic.

Nous savons par l'expérience que les ouvriers appliqués à une sonnette ordinaire frappent au moins 25 coups par minute, et qu'ils élèvent le mouton à 3 pieds, hauteur réduite, et conséquemment 75 pieds par minute, après quoi ils se reposent au moins 2 minutes à chaque volée. En donnant donc la même vitesse à la roue de champ de la sonnette à déclic, avec une force suffisante d'hommes, cette roue, ayant 10 pieds de diamètre, 30 pieds de circonférence, pourra faire deux tours et demi par minute; or, comme la circonférence du treuil enveloppe 3 pieds de cable à chaque tour, elle enlèvera le mouton de 7 pieds 6 pouces par minute et de 15 en 2 minutes, et il en résulteroit une telle percussion sur le pieu, qu'il pourroit faire équilibre à une pression de 200,000 livres au moins.

CALCULS.

En appliquant dix hommes aux points P et P, avec une force réduite de 25 livres chacun, et formant ensemble 250 livres, pour la puissance, on aura, par le calcul ordinaire, pour la résistance $x : p :: 60 : 6$, ou $x : 250 :: 60 : 6$, et pour x poids du mouton et des frottemens 2,500 livres: on pourra donc employer des moutons de 12 et 1,400 livres, comme les expériences suivantes vont le prouver.

Au lieu que dans les sonnettes à tiraudes, pour obtenir une force de 2,500 livres, il faudroit que cinquante hommes employassent chacun 50 livres d'un travail qu'ils ne pourroient soutenir un jour.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE, du 2 juin 1759.

Travail pendant six jours d'une sonnette à déclic, équipée de dix manœuvres et deux enrimeurs.

JOURS DE TRAVAIL.	COUPS de mouton frappés par jour.	JOURNÉES d'ouvriers.
	coups.	journées.
Le lundi, 28 mai 1759, les dix hommes ont frappé . . .	123	12
Mardi, 29	116	12
Mercredi, 30	138	12
Jeudi, 31	145	12
Vendredi, premier juin	56	12
Samedi, 2	180	12
Total des coups de mouton frappés pendant six jours, et des journées d'ouvriers	758	72

Les 72 journées de manœuvres, dont douze enrimeurs à 20 sous et soixante hommes à 18 sous, font la somme de 66 livres, pour 758 coups de mouton; ce qui fait monter le cent de coups à environ 8 livres 16 sous.

Il résulte de cette première expérience que le nombre de coups de mouton frappés pendant six jours de travail, a été de 126 par journée réduite : mais on présuma que le battage deviendroit plus actif par la suite, si les ouvriers étoient à la tâche; que fait par le même nombre de manœuvres il pourroit s'élever à 200 coups par jour, à raison de 5 livres 10 sous le cent; que sur ce pied un ouvrier gagneroit, à la tâche, 22 sous au lieu de 18 à la journée; nous nous déterminâmes donc à leur offrir ce premier prix du cent de coups.

Cette expérience et ces observations ayant été communiquées aux ouvriers, qui acceptèrent nos propositions, le battage des pieux de fondation fut continué sur ledit prix, en y comprenant le transport des pieux, les manœuvres et perte de temps, comme il a été expliqué précédemment.

SECONDE EXPÉRIENCE.

Cette expérience a été faite avec une sonnette à déclic, sur deux pieux seulement, pour faire connoître la hauteur des chutes d'un mouton de 1,200 *livres, et le rapport de l'enfoncement dans le terrain naturel à chaque coup.*

Premier pieu, de 30 *pieds* 6 *pouces de longueur, battu à la tâche, avec un mouton de* 1,200 *livres.*

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.			NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.		pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
1	4	6	0	0	11	0							
2	5	5	0	0	6	0	Report				4	3	10
3	5	11	0	0	3	9							
4	6	2	9	0	3	3	17	8	9	10	0	2	0
5	6	6	0	0	3	2	18	8	11	10	0	1	7
6	6	9	2	0	2	11	19	9	1	5	0	1	5
7	7	0	1	0	2	9	20	9	2	10	0	1	7
8	7	2	10	0	2	8	21	9	4	5	0	1	7
9	7	5	6	0	2	7	22	9	6	0	0	1	6
10	7	8	1	0	2	6	23	9	7	6	0	1	6
11	7	10	7	0	2	2	24	9	9	0	0	1	6
12	8	0	9	0	1	10	25	9	10	6	0	1	7
13	8	2	7	0	2	1	26	10	0	1	0	0	7
14	8	4	8	0	1	9	27	10	1	8	0	1	7
15	8	6	5	0	1	8	28	10	3	3	0	1	6
16	8	8	1	0	1	9	29	10	4	9	0	1	7
				4	3	10					5	11	4

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
De l'autre part.				5	11	4
30	10	6	4	0	1	8
31	10	8	0	0	1	7
32	10	9	7	0	1	8
33	10	11	3	0	1	7
34	11	0	10	0	1	7
35	11	2	5	0	1	6
36	11	3	11	0	1	6
37	11	5	5	0	1	5
38	11	6	10	0	1	6
39	11	8	4	0	1	5
40	11	9	9	0	1	5
41	11	11	2	0	1	5
42	12	0	7	0	1	3
43	12	1	10	0	1	6
44	12	3	4	0	1	3
45	12	4	7	0	1	5
46	12	6	0	0	1	4
47	12	7	4	0	1	5
48	12	8	9	0	1	3
49	12	10	0	0	1	4
50	12	11	4	0	1	2
51	13	0	6	0	1	1
52	13	1	7	0	1	1
53	13	2	8	0	1	3
54	13	3	11	0	1	1
55	13	5	0	0	1	3
56	13	6	3	0	1	3
57	13	7	6	0	1	2
58	13	8	8	0	1	1
59	13	9	9	0	1	2
60	13	10	11	0	1	2
				9	5	1

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
Report				9	5	1
61	14	0	1	0	1	2
62	14	1	3	0	1	3
63	14	2	6	0	1	2
64	14	3	8	0	1	3
65	14	4	11	0	1	3
66	14	6	2	0	1	2
67	14	7	4	0	1	1
68	14	8	5	0	1	1
69	14	9	6	0	1	2
70	14	10	8	0	1	1
71	14	11	9	0	1	0
72	15	0	9	0	1	1
73	15	1	10	0	1	1
74	15	2	11	0	1	0
75	15	3	11	0	1	1
76	15	5	0	0	1	6
77	15	6	6	0	1	0
78	15	7	6	0	1	1
79	15	8	7	0	0	11
80	15	9	6	0	1	2
81	15	10	8	0	0	11
82	15	11	7	0	1	0
83	16	0	7	0	1	0
84	16	1	7	0	1	6
85	16	3	1	0	0	9
86	16	3	10	0	1	2
87	16	5	0	0	1	1
88	16	6	1	0	1	0
89	16	7	1	0	0	10
90	16	7	11	0	1	0
91	16	8	11	0	0	11
				12	2	10

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
Ci-contre.				12	2	10
92	16	9	10	0	1	0
93	16	10	10	0	0	9
94	16	11	7	0	0	11
95	17	2	6	0	1	0
96	17	1	6	0	0	9
97	17	2	3	0	0	7
98	17	2	10	0	0	6
99	17	3	4	0	1	0
100	17	4	4	0	0	9
101	17	5	1	0	1	0
102	17	6	1	0	0	9
103	17	6	10	0	0	8
104	17	7	6	0	0	8
105	17	8	2	0	0	8
106	17	8	10	0	0	10
107	17	9	8	0	0	9
108	17	10	5	0	1	0
109	17	11	5	0	1	3
110	18	0	8	0	1	0
111	18	1	8	0	0	11
112	18	2	7	0	0	8
113	18	3	3	0	0	9
114	18	4	0	0	0	0
115	18	4	0	0	0	6
116	18	4	6	0	0	9
117	18	5	3	0	1	0
118	18	6	3	0	0	8
119	18	6	11	0	0	9
120	18	7	8	0	0	9
121	18	8	5	0	0	6
122	18	8	11	0	0	7
				14	2	6

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
Report				14	2	6
123	18	9	6	0	0	10
124	18	10	4	0	0	9
125	18	11	1	0	0	8
126	18	11	9	0	0	6
127	19	0	3	0	0	7
128	19	0	10	0	1	0
129	19	1	10	0	0	6
130	19	2	4	0	0	9
131	19	3	1	0	0	9
132	19	3	10	0	0	9
133	19	4	7	0	1	0
134	19	5	7	0	1	0
135	19	6	7	0	0	6
136	19	7	1	0	1	0
137	19	8	1	0	0	6
138	19	8	7	0	0	7
139	19	9	2	0	0	7
140	19	9	9	0	0	6
141	19	10	3	0	0	9
142	19	11	0	0	0	5
143	19	11	5	0	0	8
144	20	0	1	0	0	8
145	20	0	9	0	0	6
146	20	1	3	0	1	1
147	20	2	4	0	1	2
148	20	3	6	0	0	9
149	20	4	3	0	0	7
150	20	4	10	0	0	6
151	20	5	4	0	0	9
152	20	6	1	0	0	9
153	20	6	10	0	1	0
				16	0	10

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.	ENFONCEMENT du pieu.	NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.	ENFONCEMENT du pieu.
	pieds pouc. lig.	pieds pouc. lig.		pieds pouc. lig.	pieds pouc. lig.
De l'autre part.		16 0 10	Report		16 3 11
154	20 7 10	0 1 0	158	20 10 11	0 0 5
155	20 8 10	0 1 0	159	20 11 4	0 0 4
156	20 9 10	0 0 7	160	20 11 8	0 0 4
157	20 10 5	0 0 6	161	21 0 0	0 0 4
		16 3 11		TOTAL . . .	16 5 4

L'on voit que ce premier pieu a reçu 161 coups de mouton de 1,200 livres, avec des chutes portées jusqu'à 21 pieds de hauteur, et que les six dernières percussions de 20 pieds ont été presque nulles. On peut donc compter sur la solidité de ce pieu.

Deuxième pieu, de 28 pieds de longueur, battu à la tâche avec un mouton de 1,200 livres, comme le précédent.

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
1	7	10	0	0	4	9
2	8	2	9	0	3	6
3	8	6	3	0	2	8
4	8	8	11	0	2	7
5	8	11	6	0	2	7
6	9	2	1	0	2	5
7	9	4	6	0	2	3
8	9	6	9	0	2	3
9	9	9	0	0	2	0
10	9	11	0	0	2	0
11	10	1	8	0	1	10
12	10	2	10	0	1	7
13	10	4	5	0	1	8
14	10	6	1	0	2	0
15	10	8	1	0	1	6
16	10	9	7	0	1	6
17	10	11	1	0	1	7
18	11	0	8	0	1	5
19	11	2	1	0	1	6
20	11	3	7	0	1	3
21	11	4	10	0	1	0
22	11	5	10	0	1	0
23	11	6	10	0	1	0
24	11	7	10	0	1	2
25	11	9	0	0	1	2
26	11	10	2	0	1	0
27	11	11	2	0	1	0
28	12	0	2	0	1	2
				4	3	4

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
				pieds	pouc.	lig.
Report				4	3	4
29	12	1	4	0	1	0
30	12	2	4	0	1	0
31	12	3	4	0	1	0
32	12	4	4	0	0	9
33	12	5	1	0	1	0
34	12	6	1	0	0	9
35	12	6	10	0	1	0
36	12	7	10	0	0	8
37	12	8	6	0	0	6
38	12	9	0	0	0	8
39	12	9	8	0	1	0
40	12	10	8	0	0	10
41	12	11	6	0	0	10
42	13	0	4	0	0	8
43	13	1	0	0	0	11
44	13	1	11	0	0	10
45	13	2	9	0	0	10
46	13	3	7	0	0	10
47	13	4	5	0	0	6
48	13	4	11	0	0	9
49	13	5	8	0	0	9
50	13	6	5	0	0	9
51	13	7	2	0	1	0
52	13	8	2	0	0	6
53	13	8	8	0	0	11
				5	11	7

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
De l'autre part.				5	11	7
54	13	9	7	0	0	7
55	13	10	2	0	0	8
56	13	10	10	0	0	10
57	13	11	8	0	0	6
58	14	0	2	0	0	6
59	14	0	8	0	0	8
60	14	1	4	0	0	9
61	14	2	1	0	0	9
62	14	2	10	0	0	8
63	14	3	6	0	0	9
64	14	4	3	0	0	8
65	14	4	11	0	1	0
66	14	5	11	0	0	11
67	14	6	10	0	0	10
68	14	7	8	0	0	9
69	14	8	5	0	0	10
70	14	9	3	0	0	8
71	14	9	11	0	0	8
72	14	10	7	0	0	2
73	14	10	9	0	0	6
74	14	11	3	0	0	9
75	15	0	0	0	0	8
76	15	0	8	0	0	7
77	15	1	3	0	0	8
78	15	1	11	0	0	7
79	15	2	6	0	0	7
80	15	3	1	0	0	7
81	15	3	8	0	0	9
82	15	4	5	0	0	8
83	15	5	1	0	0	8
84	15	5	9	0	0	6
				7	8	3

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
Report				7	8	3
85	15	6	3	0	0	9
86	15	7	0	0	0	9
87	15	7	9	0	0	7
88	15	8	4	0	0	4
89	15	8	8	0	0	7
90	15	9	3	0	0	9
91	15	10	0	0	0	8
92	15	10	8	0	0	6
93	15	11	2	0	0	9
94	15	11	11	0	0	8
95	16	0	7	0	0	9
96	16	1	4	0	0	10
97	16	2	2	0	0	8
98	16	2	10	0	0	5
99	16	3	3	0	0	8
100	16	3	11	0	0	7
101	16	4	6	0	0	6
102	16	5	0	0	0	5
103	16	5	5	0	0	5
104	16	5	10	0	0	4
105	16	6	2	0	0	3
106	16	6	5	0	0	2
107	16	6	7	0	0	3
108	16	6	10	0	0	2
109	16	7	0	0	0	3
110	16	7	3	0	0	4
111	16	7	7	0	0	6
112	16	8	1	0	0	9
113	16	8	10	0	0	8
114	16	9	6	0	0	7
115	16	10	1	0	0	6
				9	0	7

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
Ci-contre.				9	0	7
116	16	10	7	0	0	9
117	16	11	4	0	0	4
118	16	11	8	0	0	4
119	17	0	0	0	0	4
120	17	0	4	0	0	4
121	17	0	8	0	0	5
122	17	1	1	0	0	3
123	17	1	4	0	0	2
124	17	1	6	0	0	5
125	17	1	11	0	0	4
126	17	2	3	0	0	3
127	17	2	6	0	0	2
128	17	2	8	0	0	1
129	17	2	9	0	0	2
130	17	2	11	0	0	3
131	17	3	2	0	0	2
132	17	3	4	0	0	3
133	17	3	7	0	0	2
134	17	3	9	0	0	1
135	17	3	10	0	0	1
136	17	3	11	0	0	2
137	17	4	1	0	0	3
138	17	4	4	0	0	4
139	17	4	8	0	0	4
140	17	5	0	0	0	4
141	17	5	4	0	0	4
142	17	5	8	0	0	3
143	17	5	4	0	0	2
144	17	6	1	0	0	2
145	17	6	3	0	0	3
146	17	6	6	0	0	4
				9	8	10

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
Report				9	8	10
147	17	6	10	0	0	5
148	17	7	3	0	0	4
149	17	7	7	0	0	4
150	17	7	11	0	0	5
151	17	8	4	0	0	3
152	17	8	7	0	0	3
153	17	8	10	0	0	2
154	17	9	0	0	0	2
155	17	9	2	0	0	2
156	17	9	4	0	0	1
157	17	9	5	0	0	1
158	17	9	6	0	0	1
159	17	9	7	0	0	2
160	17	9	9	0	0	3
161	17	10	0	0	0	2
162	17	10	2	0	0	2
163	17	10	4	0	0	2
164	17	10	6	0	0	1
165	17	10	7	0	0	4
166	17	10	11	0	0	2
167	17	11	1	0	0	3
168	17	11	4	0	0	2
169	17	11	6	0	0	1
170	17	11	7	0	0	1
171	17	11	8	0	0	1
172	17	11	9	0	0	1
173	17	11	10	0	0	1
174	17	11	11	0	0	2
175	18	0	1	0	0	2
176	18	0	3	0	0	4
177	18	0	7	0	0	4
				10	2	11

NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.			NOMBRE des coups de mouton.	HAUTEUR des chutes.			ENFONCEMENT du pieu.		
	pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.		pieds	pouc.	lig.	pieds	pouc.	lig.
De l'autre part.				10	2	11	Report				10	6	3
178	18	0	11	0	0	3	191	18	4	3	0	0	2
179	18	1	2	0	0	3	192	18	4	5	0	0	6
180	18	1	5	0	0	4	193	18	4	11	0	0	3
181	18	1	9	0	0	4	194	18	5	2	0	0	4
182	18	2	1	0	0	3	195	18	5	6	0	0	3
183	18	2	4	0	0	2	196	18	5	9	0	0	3
184	18	2	6	0	0	1	197	18	6	0	0	0	2
185	18	2	7	0	0	1	198	18	6	2	0	0	2
186	18	2	8	0	0	2	199	18	6	4	0	0	3
187	18	2	10	0	0	4	200	18	6	7	0	0	2
188	18	3	2	0	0	5	201	18	6	9	0	0	2
189	18	3	7	0	0	5	202	16	6	11	0	0	2
190	18	4	0	0	0	3	203	18	7	1	0	0	2
				10	6	3				Total . .	10	9	3

Ce second pieu a reçu 203 coups de mouton de 1,200 livres, avec des chutes de 18 pieds 6 pouces, dont les derniers n'ont donné que quelques lignes d'enfoncement. On peut donc compter encore sur la solidité d'un tel pieu.

SUITE DES EXPÉRIENCES DE 1759.

TABLE DU BATTAGE des 116 pieux de fondation de la cinquième pile.

NUMÉROS des pieux.	LONGUEUR des pieux.	TEMPS TOTAL du battage de chaque pieu, compris les heures de repas.	FICHES des pieux sous l'étiage.	NOMBRE des coups de mouton frappés sur chaque pieu.
	pieds pouces.	heures.	pieds pouces.	coups.
1	30 0	18 0	28 8	166
2	30 0	18 0	28 4	168
3	31 6	16 0	30 3	179
4	31 0	8 0	21 4	55
5	32 6	20 0	30 10	224
6	29 6	12 0	26 3	162
7	33 6	16 0	31 6	293
8	31 0	18 0	28 11	282
9	30 0	14 0	27 9	292
10	29 0	19 0	27 4	230
11	30 0	15 0	28 4	325
12	29 6	13 0	24 9	287
13	31 0	14 0	24 6	292
14	32 0	13 0	29 10	254
15	31 0	15 0	29 0	331
16	30 0	11 0	27 3	385
17	29 0	11 0	26 10	138
18	29 0	14 0	25 10	221
19	30 0	14 0	26 8	237
20	30 6	14 0	27 7	244
21	30 0	11 ½	27 3	150
22	30 0	14 0	30 0	246
23	31 0	20 0	31 0	297
24	30 0	11 0	27 8	141
25	29 6	18 0	26 3	175
		367 ½		5,774

NUMÉROS des pieux.	LONGUEUR des pieux.	TEMPS TOTAL du battage de chaque pieu, compris les heures de repas.	FICHES des pieux sous l'étiage.	NOMBRE des coups de mouton frappés sur chaque pieu.
	pieds pouces.	heures.	pieds pouces.	coups.
De l'autre part.		367 ½	. . . . .	5,774
26	31 0	7 0	27 6	123
27	31 0	18 0	29 0	166
28	30 6	14 0	25 6	189
29	31 0	16 0	26 0	284
30	31 6	11 0	29 0	194
31	30 6	14 0	29 0	201
32	31 0	13 0	26 7	230
33	31 0	16 0	29 6	162
34	30 6	11 0	28 8	180
35	31 0	15 0	28 6	260
36	31 0	13 0	28 6	260
37	31 0	16 0	28 0	320
38	30 6	18 0	26 0	344
39	31 0	14 0	27 9	280
40	31 0	12 0	27 8	270
41	32 0	20 0	27 6	321
42	32 0	20 ½	28 9	410
43	28 0	13 ½	24 3	244
44	30 0	13 ½	27 8	350
45	36 0	35 0	30 8	555
46	31 0	25 0	26 6	274
47	29 6	18 0	26 4	290
48	30 0	9 0	26 4	107
49	30 0	13 0	28 5	136
50	30 0	18 ½	26 5	290
51	30 0	10 0	26 0	128
52	30 0	14 0	28 0	214
53	31 0	18 ½	25 9	343
54	30 0	7 ½	26 6	105
		811 ½		13,004

NUMÉROS des pieux.	LONGUEUR des pieux.	TEMPS TOTAL du battage de chaque pieu, compris les heures de repas.	FICHES des pieux sous l'étiage.	NOMBRE des coups de mouton frappés sur chaque pieu.
	pieds pouces.	heures.	pieds pouces.	coups.
Ci-contre.		811 ½	. . . . .	13,004
55	29 8	14 0	26 8	175
56	30 5	12 0	27 3	120
57	28 0	16 0	23 6	237
58	25 8	8 ½	24 3	180
59	29 0	8 ½	27 5	117
60	32 0	17 0	27 10	303
61	31 6	7 ½	27 0	87
62	34 0	11 ½	28 0	172
63	32 6	17 0	26 0	272
64	29 6	7 0	27 0	195
65	30 0	10 0	26 7	113
66	30 0	15 0	26 3	160
67	31 0	11 0	27 9	128
68	30 0	8 0	25 2	92
69	30 0	16 0	25 3	236
70	30 0	5 ½	29 0	144
71	30 0	11 0	27 3	123
72	30 0	8 0	29 0	116
73	30 0	13 0	27 6	138
74	28 6	11 0	25 2	165
75	31 0	14 ½	27 10	265
76	30 0	7 0	27 9	124
77	29 7	12 0	26 10	171
78	30 0	10 ½	25 4	213
79	29 0	6 ½	28 0	123
80	30 0	6 0	23 5	104
81	33 0	14 ½	30 9	240
82	30 0	6 ½	26 9	130
83	30 0	6 ½	23 9	111
		1,123 0		17,758

NUMÉROS des pieux.	LONGUEUR des pieux.	TEMPS TOTAL du battage de chaque pieu, compris les heures de repas.	FICHES des pieux sous l'étiage.	NOMBRE des coups de mouton frappés sur chaque pieu.
	pieds pouces.	heures.	pieds pouces.	coups.
De l'autre part		1,123 0	. . . . .	17,758
84	30 0	17 0	27 3	218
85	30 0	9 ½	27 2	150
86	32 0	11 0	30 6	190
87	30 0	9 0	27 6	130
88	31 0	9 0	28 0	251
89	30 0	11 0	27 6	230
90	30 0	11 0	28 3	150
91	29 0	8 0	25 2	116
92	30 0	12 0	26 6	192
93	32 0	3 ½	20 9	70
94	31 0	11 ½	28 8	161
95	31 0	11 ½	28 4	205
96	32 0	13 ½	29 6	294
97	31 0	13 0	27 9	189
98	31 0	7 0	28 8	115
99	32 0	11 0	28 9	226
100	32 0	13 ½	28 7	215
101	31 6	8 0	28 6	166
102	30 0	11 0	27 0	184
103	30 0	8 ½	26 7	125
104	29 0	5 ½	23 9	73
105	31 0	9 0	27 2	152
106	31 0	10 0	25 4	216
107	30 0	8 0	25 8	140
108	30 0	13 0	26 9	120
109	30 0	11 ½	26 2	218
110	30 6	12 0	26 6	300
111	31 0	6 0	28 0	108
112	32 0	15 0	26 3	191
		1,422 ½		22,853

NUMÉROS des pieux.	LONGUEUR des pieux.	TEMPS TOTAL du battage de chaque pieu, compris les heures de repas.	FICHES des pieux sous l'étiage.	NOMBRE des coups de mouton frappés sur chaque pieu.
	pieds pouces.	heures.	pieds pouces.	coups.
Ci-contre.		1,422 $\frac{1}{2}$	. . . . .	22,853
113	32 0	19 0	28 0	326
114	31 0	9 0	28 1	144
115	32 0	18 0	28 6	328
116	31 0	14 0	26 0	230
TOTAL du temps employé au battage des pieux de fondation, y compris toutes manœuvres. .		1,482 $\frac{1}{2}$	TOTAL des coups de mouton	23,881

DES 23,881 coups de mouton il en a été frappé 20,660 par la première et la seconde sonnette, équipées chacune de dix hommes, chargées de moutons de 12 à 1,400 livres, à raison de 5 livres 10 sous le cent, suivant l'arrangement fait par le Sous-Ingénieur, le 5 juin dernier, lesquels 20,660 coups font la somme de . . . . . liv. sous den. 1,136 6 0

3,221 coups frappés par la troisième sonnette, équipée d'un mouton du poids de 1,700 livres, et de douze hommes à raison de 6 livres 12 sous le cent; vu l'augmentation de deux ouvriers, les 3,011 coups valent la somme de. 212 11 7

119 journées d'ouvriers pour compter les coups de mouton, à 20 sous par jour. 119 0 0

Dépense réelle des battage, transports et appontemens des pieux de fondation de la cinquième pile 1,467 17 7

RÉSULTAT du battage des pieux de fondation.

LES 116 pieux de fondation n'ayant coûté que 1,467 livres 17 sous 7 deniers, pour frais de battage, reviennent chacun à

12 livres 13 sous, ce qui prouve assez l'avantage du battage à la tâche, et particulièrement au déclic.

Nota. Le travail de la première et seconde sonnette a employé dix hommes pendant 93 jours, ce qui donne un total de. . . . . journées. 930

Celui de la troisième sonnette a également employé douze hommes pendant 15 jours, à cause de la plus grande pesanteur du mouton, ce qui donne un total de. . 180

TOTAL des journées d'ouvriers. 1,110

Il a été payé à tous les ouvriers, pour ce travail, la somme de 1,335 livres 5 deniers, déduction faite des journaliers qui marquoient les coups de mouton, laquelle somme fait monter le gain de chaque ouvrier, par jour, à environ 24 sous, ce qui n'est pas trop fort, comparaison faite avec le travail à la journée, qui se paie 18 et 20 sous.

L'on avoit présumé d'abord, par l'expérience du 5 juin dernier, que chaque ouvrier pourroit gagner 22 sous, lorsqu'une sonnette frapperoit 200 coups de mouton par jour, mais l'expérience vient de démontrer qu'on avoit fixé, avec raison, à 126 le nombre des coups de mouton pour le travail d'un jour, puisqu'il se trouve prouvé que 108 journées de sonnettes ne donnent de quantité réduite que 119 coups de mouton par journée de 14 heures.

Nota. Le draguage des sables, à la profondeur de 18 à 20 pieds sous l'étiage, a considérablement contribué à la facilité du battage des pieux de fondation.

RÉCAPITULATION

De toutes les expériences détaillées ci-dessus sur le prix du battage d'un pieu de fondation, pour la main-d'œuvre seulement, sans dixième ni entretien des sonnettes et de leurs agrès.

En 1756 et 1757 chaque pieu de fondation battu à la journée, avec les sonnettes à tiraudes, et un mouton de 1,200 livres, la fiche n'entrant dans le terrain que de 23 pieds, a coûté.	32 l.	1 s.	8 d.
En 1758, les mêmes sonnettes mises en action par cinquante ouvriers à la tâche, la fiche descendant jusqu'à 26 pieds, chaque pieu a coûté de battage.	38	15	6
Enfin, en 1759, les 116 pieux de fondation de la cinquième pile, battus à la tâche avec la sonnette à déclic, et des moutons de 12 et 1,400 livres, la profondeur des fiches étant de 26 pieds, n'ont coûté chacun que 12 livres 13 sous, toute autre disposition étrangère au battage comprise.	12	13	0

Il y a donc économie de plus de moitié sur la dépense avec la sonnette à déclic, et sur le nombre d'hommes, qui a été de quarante en moins par chaque équipage de sonnette.

Nota. On a vu ci-dessus que la sonnette de Vanohée, manœuvrée avec des chevaux, n'étoit point applicable aux travaux du pont de Saumur, celles qu'on a employées ayant été établies sur de grands bateaux, au milieu d'une rivière de 150 toises de largeur.

ARTICLE XXXVIII.

DEVIS
DU PONT DE SAUMUR,

RÉDIGÉ PAR M. DE VOGLIO.

Devis des ouvrages à faire pour la construction d'un pont de pierre sur le grand bras de la rivière de Loire, à l'entrée de la ville de Saumur, et autres ouvrages relatifs audit projet.

Exposition du projet général.

A l'entrée de la ville de Saumur, la rivière de Loire se divise en six bras ou canaux, sur lesquels on a construit cinq ponts et une arche.

Le premier, du côté de la ville, nommé le pont de la Poissonnerie, est en charpente sur une pile et deux culées en maçonnerie; il est composé de deux travées.

Le second, nommé le Grand Pont, comme étant sur le prin-

cipal bras, est de même en charpente, sur deux culées, une pile et onze palées; il est composé de treize travées.

Sur le troizième bras, est construite en maçonnerie l'arche du moulin pendu.

Le pont des Sept-Voies, sur le quatrième bras, contient huit arches, sept piles et deux culées.

Le pont dit de Boiretorse, sur le cinquième bras, est composé de deux culées, cinq piles et six arches.

Et enfin, le pont dit de la Croix-Verte, sur le sixième et dernier bras, contient huit arches, sept piles et deux culées.

Tous ces ponts étant dans un état de ruine et de destruction, il est indispensable de pourvoir à leur reconstruction, sur-tout à celle du pont sur le grand bras, dont les bois dépérissent journellement. L'on vient même de s'occuper, par des réparations provisoires, de sa conservation, pour qu'il puisse servir de pont provisionnel pendant la construction du nouveau.

La difficulté d'établir un pont de pierre dans l'alignement de la rue dite des Ponts, débouchant sur la porte de Ville, a déterminé à chercher un emplacement plus favorable; car depuis le pont de bois actuel jusqu'à trente toises en aval, il y a eu anciennement deux ponts construits en pierre. Le plus ancien, oblique au courant de la rivière, a ses fondations dérasées à la hauteur de l'étiage; le second est indiqué par des piles existantes jusqu'aux premières retombées, n'ayant entre elles aucune proportion pour les distances, et dont plusieurs même sont tellement affaissées sur leurs fondations par les affouillemens qui y sont survenus, qu'elles penchent en entier de cinq à six pieds plus d'un côté que de l'autre.

A environ dix toises en aval de cet ancien pont, est un affouillement considérable régnant sur toute la largeur de la rivière, de façon que dans la partie d'amont jusqu'au pont de bois, il n'y a

constamment que cinq à six pieds d'eau, et qu'il s'en trouve depuis douze jusqu'à vingt-trois pieds dans la partie où s'est formé ledit affouillement, ce qui, joint à l'état des anciennes fondations dont on vient de parler, prouve la difficulté d'établir en cet endroit des batardeaux solides, et rend dès lors cet emplacement peu propre à la construction d'un pont.

L'endroit qui présente le moins de difficulté est en face de la place de la Billange, à cent quarante toises au-dessous du pont de bois actuel. Il est d'autant plus avantageux, que la direction proposée du nouveau pont, prolongée de part et d'autre de la rivière, se continue de manière à former un seul alignement de trois mille quatre-vingt-onze toises.

Cet alignement, sans faire beaucoup de dommage à la sortie de la ville du côté du Poitou, traverseroit la prairie des Ponts-Fouchard, pour recevoir à son extrémité un pont indispensable sur la rivière du Thouet, en place de l'ancien, qui est en fort mauvais état, et dont l'entretien est à la charge de la ville.

Du côté du Mans, ou de la levée de Vivy, cette même ligne traversant la rivière toujours d'équerre, la réduiroit à deux bras au lieu de quatre, et ne détruiroit dans le faubourg de la Croix-Verte que quelques maisons de peu de valeur, pour rejoindre la levée neuve de Vivy, où l'on construit actuellement deux arches de vingt-quatre pieds d'ouverture sur la rivière d'Authion.

Quelqu'intéressante que soit l'exécution dudit alignement, on peut néanmoins la suspendre de part et d'autre du grand bras de la rivière, sans qu'il en résulte aucun inconvénient, puisqu'on débouche d'un côté sur la place de la Billange, et que de l'autre il est très-facile de conserver le passage actuel par la rue des Ponts, en formant à ce dessein un quai le long de la rivière.

Les abords du pont ne présentent aucune difficulté essentielle

pour les rampes; du côté de Vivy, ce sont des jardins; de l'autre, on sacrifie sept maisons dont la valeur est moindre dans cet endroit que celle des objets qui se rencontreroient dans tout autre où l'on pourroit asseoir ce pont.

Les avantages de cet emplacement étant suffisamment établis, l'on va entrer dans les différens détails du projet approuvé par le Ministre.

Dimensions générales du pont et des ouvrages qui en dépendent.

Ce pont placé sur l'alignement que l'on vient d'indiquer, débouchant sur la place de la Billange, sera composé de deux culées, onze piles, et douze arches de soixante pieds d'ouverture chacune, et surbaissées au tiers; le dessus sera établi de niveau.

Il aura cent quarante-deux toises de longueur d'une culée à l'autre sur la dernière retraite, dont le dessus sera d'un pied et demi plus élevé que le plus bas étiage fixé sur les lieux par différens repères.

Sa largeur entre le nu des têtes, sera de quarante-deux pieds, dont dix-huit pouces pour l'épaisseur de chaque parapet, sept pieds six pouces de trottoir de part et d'autre, et les vingt-quatre pieds restant seront occupés par une chaussée destinée au passage des voitures.

Les culées seront de la forme indiquée par le plan : à l'entrée de celle du faubourg, sera fait en amont un mur de quai pour donner communication du faubourg audit pont; sa direction sera parallèle à celle du corps carré de la culée, et les maisons voisines longeant la rivière, seront conservées au moyen d'un mur de terrasse, et de rampes pratiquées à cet effet.

A l'entrée du côté de la ville, seront placés deux pavillons des-

tinés, l'un à la perception des octrois, et l'autre à celle des droits de tarif. Les terres aux abords de cette culée seront soutenues par un mur parallèle à la capitale du projet, et terminé par un pilastre à la rencontre du prolongement de l'ancien mur de quai de la Boucherie.

Au pied du pavillon d'amont, commencera un bâtis de pieux prolongé sur une seule ligne jusqu'au pont de la Poissonnerie, pour former l'enceinte du port, au bas de l'ancien mur de quai de la Boucherie. L'entrée de ce port sera défendue par un cours de bornes, et au commencement du mur de quai de la Boucherie sera formé un pilastre semblable à celui qui terminera dans la même direction le nouveau mur de soutènement.

Les maisons à reconstruire en aval du pont, en place de celles qui seront démolies, auront leurs faces parallèles à la direction dudit pont, de manière qu'il reste entre elles et le mur de soutènement opposé, vingt-quatre toises de largeur.

Les plans, coupes et élévations des différentes parties de ce projet, joints à ce devis, en rendront l'intelligence beaucoup plus facile.

Culée du côté de la ville, et murs qui en dépendent.

La culée du côté de la ville aura quinze pieds d'épaisseur et quarante-deux pieds de largeur dans son corps carré, le tout sur la dernière retraite.

Les murs sur lesquels seront placés les pavillons, seront construits dans le prolongement, et sur la même ligne que le corps carré de la culée. Ils auront chacun depuis le nu des têtes du pont, trente-trois pieds trois pouces de longueur, et neuf pieds d'épaisseur sur la dernière retraite; ils se retourneront carrément à leurs extré-

mités sur huit pieds et demi de longueur pour former un angle de cent trente-cinq degrés du côté du courant, lequel déterminera la ligne du pied d'un massif triangulaire, qui sera placé tant d'amont que d'aval, dans les angles des culées avec les murs de quai pour leur donner la solidité requise.

Cette ligne aura dix-neuf pieds de longueur toujours sur la dernière retraite, et sera terminée par un retour parallèle au courant, semblable au précédent, formant le même angle, ayant la même longueur de huit pieds et demi, et se raccordant avec la dernière retraite du mur de quai.

Tous ces massifs triangulaires auront neuf pieds d'épaisseur sur la dernière assise en retraite, qui étant posée, comme on l'a dit, à un pied et demi sur l'étiage, recevra, à raison d'un pouce de talus pour chaque pied de hauteur, un grand socle de quinze pieds de hauteur. Ce socle régnant sur tous les murs de face, tant des pavillons que des massifs triangulaires, terminé d'un côté contre les têtes de l'arche, et de l'autre par les deux pilastres de quatre pieds de longueur, dont on a parlé ci-dessus, fera saillie sur les murs de quai, et son épaisseur réduite sera de huit pieds six pouces.

Sur ce premier socle, il en sera élevé un second, de trois pieds de hauteur et de cinq pieds dix pouces d'épaisseur réduite, sur lequel avec même talus et retraite au dehors, régneront, sur neuf pieds de hauteur et trois pieds sept pouces d'épaisseur réduite, les soubassemens des pavillons, murs de quai joignans, couronnemens avec dalles des massifs triangulaires et pilastres d'angle; le tout suivant les mesures indiquées sur les plans, coupes, profils et élévations qui seront donnés à cet effet.

Dans chacun de ces soubassemens, sera réservé un logement voûté qui sera éclairé par des croisées de forme ovale, du côté de l'eau, et dont le sol placé un pied plus haut que les plus grandes

eaux, fixera à dix pieds sous le plancher la hauteur de ce logement, dont l'exploitation sera faite sans difficulté par le rez-de-chaussée desdits pavillons (1).

Culée du côté du faubourg, et murs qui en dépendent.

La culée du côté du faubourg aura, comme la précédente, quinze pieds d'épaisseur réduite sur la dernière retraite, placée à un pied et demi sur l'étiage, et dix toises cinq pieds de longueur de corps carré; de manière qu'il restera de part et d'autre de l'aplomb des têtes, neuf pieds de longueur de murs qui auront quinze pieds d'épaisseur sur la retraite, et à l'extrémité desquels le restant desdits murs de culée fera de part et d'autre avec le parement dudit corps carré, un angle de vingt-deux degrés et demi sur vingt-deux pieds de longueur, et douze pieds d'épaisseur réduite.

Sur la dernière retraite, dont on a parlé ci-dessus, seront placés deux socles semblables à ceux détaillés pour la culée du côté de la ville, tant pour les hauteurs que pour les épaisseurs, et talus du dessus du second socle jusque sous le cordon; les murs, sur toute leur longueur, auront, à cause des terres qu'ils ont à soutenir, neuf pieds d'épaisseur comme à l'autre culée; ils seront terminés par un simple pilastre semblable à ceux de la culée du côté de la ville.

Piles.

Les piles auront toutes douze pieds d'épaisseur sur les retraites, sur quarante-deux pieds de longueur de corps carré; la saillie des

(1) On n'entrera point ici dans le détail de la construction de ces pavillons; ils feront, lors de l'exécution, l'objet d'un devis et d'un détail particulier.

avant et arrière-becs sera formée de deux arcs de cercle, dont le centre sera pris dans les angles d'épaulement, et dont le rayon sera l'épaisseur de la pile. Les chaperons auront six pieds de hauteur, et se termineront pyramidalement en six assises portant carré et recouvremens; les plinthes qui couronneront les corps carrés des piles, seront toutes posées au même niveau, de façon que la pointe de chaque chaperon se trouve à un pied au-dessous du cordon.

Arches, cordons, parapets, trottoirs, bornes et pavé.

Toutes les arches auront soixante pieds d'ouverture : leur naissance sera élevée à quatre pieds sur l'étiage, savoir : dix-huit pouces de la dernière assise en retraite au-dessus dudit étiage, et deux pieds et demi de pied-droit; leur montée sera de vingt pieds à partir des naissances.

La clef de chaque arche aura quatre pieds et demi de longueur de coupe, depuis l'intrados de la voûte jusque sous le cordon.

Le cordon aura quinze pouces de hauteur, et les parapets quatre pieds en dehors, compris le bombement, et un socle d'un pied de hauteur, se réduisant à trois pieds dans l'intérieur du pont, d'après ledit bombement jusque sur les trottoirs, qui seront élevés de vingt-un pouces sur le revers de la chaussée, avec pente de deux pouces sur leur largeur, et seront garantis par des bornes adossées, de neuf pieds en neuf pieds.

Le pont ayant quarante-deux pieds de largeur, les parapets chacun dix-huit pouces d'épaisseur, et les trottoirs sept pieds six pouces, il restera vingt-quatre pieds de largeur, dont dix-huit pieds pour une chaussée bombée, à faire dans le milieu, et trois pieds pour chacun des deux revers. Les eaux s'écouleront au moyen des pentes qui seront formées dans les ruisseaux; elles prendront leur égout

par des ouvertures qui seront pratiquées dans l'épaisseur même des voûtes, et seront revêtues de tuyaux de fonte cachés sous les trottoirs; ces égouts seront au nombre de douze pour chaque côté, dans toute la longueur du pont.

Les cordons et parapets seront continués de niveau sur tout le pourtour des murs de culées; ils serviront de couronnement aux corps carrés qui doivent servir de soubassement aux deux pavillons à élever du côté de la ville.

Le dessus des plate-formes des fondations, tant des culées et murs joignans que des piles, sera établi au moins à quatre pieds et demi sous l'étiage; de façon que, dans ce cas, la hauteur totale depuis le dessus desdites plate-formes jusqu'à la naissance des arches sera de huit pieds et demi; depuis la naissance des arches jusque sous la clef, de vingt pieds, et depuis le dessous de la clef jusque sous le parapet, compris le bombement, de dix pieds trois pouces; en total trente-huit pieds neuf pouces de hauteur depuis le dessus de la plate-forme jusque sur le parapet.

Ouvrages relatifs audit pont, tant aux frais du roi que de la ville.

OUVRAGES AUX FRAIS DU ROI.

Mur de soutènement à l'abord de la culée du côté de la ville, parallèle à la direction du pont.

Ce mur est un ouvrage absolument dépendant de celui du pont et doit être à la charge du roi. Il aura en total quarante-huit toises de longueur, formera l'enceinte du port, et sera parallèle à la di-

rection du pont, sur seize toises de longueur. Sa hauteur réduite sera de quinze pieds, et son épaisseur réduite de cinq pieds.

Mur de quai d'amont du côté du faubourg, et murs de terrasses aux abords.

Ce mur n'ayant lieu que par le changement de position du pont, n'étant d'aucune utilité particulière à la ville, et étant indispensable à la sûreté du passage public, il doit être encore à la charge du roi.

Il sera parallèle au corps carré de la culée sur toute sa longueur de trente-quatre toises, jusqu'au premier angle des anciens bâtimens qui bordent la rivière de ce côté; son épaisseur sera de quinze pieds sur la dernière retraite, avec talus d'un pouce par pied et parapet de trois pieds de hauteur, mené en rampe depuis le pilastre de la culée jusqu'à la rencontre des anciens bâtimens.

Attendu que les maisons qui sont sur la droite, à la sortie du pont, seroient enterrées par les remblais, on les défendra au moyen d'un mur de terrasse qui sera fait parallèlement audit mur de quai jusqu'à la rencontre du sommet de la levée, sur trente-sept toises de longueur, avec rampes le long des murs de clôture actuelle de ces maisons.

Perré d'aval, côté du faubourg.

Ce perré étant absolument nécessaire pour la conservation de la culée, doit être fait aux frais du roi.

Il sera formé avec bâtis de pieux dans le pied sur trente toises de longueur, six toises et demie de rempant, et deux pieds trois pouces d'épaisseur réduite; son objet est d'empêcher les eaux d'attaquer le derrière de la culée.

OUVRAGES AUX FRAIS DE LA VILLE.

Plate-forme du pont avec bâtis de pieux.

Cette plate-forme qui facilitera l'abord du pont, prendra de l'angle saillant du pavillon, ira se raccorder avec le mur de la culée du pont de la Poissonnerie, et aura depuis ledit angle jusqu'à son extrémité soixante-dix toises de longueur, dix-huit pieds de largeur sur trois pieds de pente, à l'effet de faciliter l'approche des bateaux; elle sera pavée avec dalles ou grandes pierres de Champigny, soutenues du côté de l'eau par une palée coiffée d'un chapeau, dont le dessus sera placé à trois pieds sur l'étiage, avec palplanches de garantie en avant.

Détails des constructions.

Les difficultés que l'on éprouve dans les commencemens d'un grand ouvrage, celles que doit occasionner la culée du côté de la ville, la facilité du service du côté du faubourg, la connoissance des lieux, et enfin l'avantage de causer moins de dommage au commerce, doivent engager à entreprendre l'ouvrage par la construction de la culée du côté du faubourg.

ARTICLE PREMIER.

Ponts de service.

Les différentes manœuvres nécessaires à ces travaux, exigent la construction de plusieurs ponts de service; ces ponts seront faits suivant la disposition la plus convenable, et ce qui sera prescrit

à l'entrepreneur. Ils auront en total, pour la première campagne, cinquante toises de longueur par rapport aux différens endroits où il en faudra établir; dix pieds de largeur seront suffisans, et à raison de seize pieds de longueur pour le milieu d'une travée à l'autre, ou de quinze pieds de vide : il faudra dix-neuf palées et autant de travées.

Chaque palée sera formée de deux pieux de quinze pieds de longueur et neuf pouces de grosseur réduite, d'un chapeau de quinze pieds de longueur sur huit et neuf pouces de grosseur, de quatre poutrelles de dix-huit pieds de longueur sur neuf pouces de grosseur, et d'un plancher de seize pieds de longueur pour chaque travée, et de quatre pouces d'épaisseur; ce plancher sera fixé sur les poutrelles avec deux cents chevilles seulement du poids d'une demi-livre chacune, au moyen d'un madrier ou traverse de rive qui sera posée en forme de garde-terre pour retenir les couchis à leur extrémité.

ARTICLE 2.

Batardeaux.

Les batardeaux à faire pour la construction des culées et des onze piles auront en total cinq cent soixante-dix toises de longueur.

SAVOIR,

Cent vingt toises pour chacun des batardeaux enveloppant une pile et une culée;

Et cent dix toises pour chacun des trois autres enveloppant trois piles.

Ils auront tous douze pieds d'épaisseur en terre glaise, seront disposés suivant les formes indiquées au plan, et construits suivant les façons et dimensions qui vont être expliquées.

ARTICLE 3.

Construction des batardeaux.

Chaque batardeau sera composé de deux rangs de pieux de vingt-cinq pieds de longueur réduite, à cause des accidens du fond, sur un pied de diamètre aussi réduit, laissant entre eux treize pieds huit pouces d'intervalle du milieu d'une file à l'autre, pour contenir douze pieds d'épaisseur de terre glaise. Les pieux de chaque rang seront espacés sur la longueur de trois pieds de milieu en milieu, armés d'un fer à quatre branches du poids de vingt livres compris les clous, et battus à la sonnette le plus perpendiculairement qu'il sera possible, de manière que la tête se trouve six pieds au-dessus de l'étiage pour mettre à l'abri d'une crue ordinaire.

ARTICLE 4.

En dehors de chacun desdits rangs de pieux, seront posés deux cours de liernes de six pouces de grosseur, dont un affleurera la tête des pieux, et l'autre sera placé à la hauteur de l'étiage. Ces liernes auront un pied de recouvrement l'une sur l'autre à leur about, et seront attachées à leur rencontre avec chevilles de fer à tête, de quatorze pouces de longueur sur huit lignes de grosseur.

ARTICLE 5.

L'on posera ensuite deux rangs de vannages le long et en dedans des files de pieux; chacun des vannages sera composé d'un châssis de neuf pieds de longueur sur vingt-quatre pieds de hauteur réduite, lequel sera formé de deux montans et de deux traverses en

haut et de deux autres en bas; l'espace entre les deux montans sera garni d'un nombre suffisant de palplanches pour le remplir.

ARTICLE 6.

Lesdits montans et palplanches seront affûtés par le bout et armés d'un fer à deux branches du poids de douze livres compris les clous. Les palplanches seront bien dressées à la bisague, pour se joindre exactement et pouvoir contenir les terres du batardeau. Elles seront battues jusqu'à ce qu'elles se trouvent au niveau du dessus des pieux contre lesquels lesdits vannages seront appuyés. Ces palplanches, montans et traverses seront de quatre pouces d'épaisseur sur un pied de largeur et vingt-quatre pieds de longueur.

ARTICLE 7.

Tous les vannages seront assemblés sur le chantier et les palplanches numerotées avant de les mettre en place, observant de laisser un intervalle entre chacun des montans de la largeur d'une palplanche pour servir de clef. L'on assemblera d'abord sur le tas des traverses aux montans avec quatre boulons de fer de quatorze pouces de longueur, compris tête et queue, et neuf lignes de grosseur avec rondelles et clavettes; puis l'on battra ces montans à la masse pour en faire entrer la pointe dans le terrain; et ensuite à la sonnette, jusqu'à ce que le dessus se trouve de niveau avec la tête des pieux, et l'on remplira de planches l'intervalle entre lesdits montans; observant de ne les point battre à demeure que la dernière servant de clef ne soit placée, afin qu'elle les oblige de se serrer les unes contre les autres. Elles seront ensuite toutes battues jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment enfoncées, et que le dessus soit à l'affleurement des pieux et des montans.

ARTICLE 8.

A mesure que l'on posera les vannages, il sera mis des entretoises de seize pieds de longueur sur six et sept pouces de grosseur, espacées de six pieds en six pieds, posées transversalement sur ledit batardeau, et à chaque extrémité sera faite une entaille de deux pouces de profondeur et de la largeur des liernes, pour empêcher l'écartement des deux files de pieux. Ces entretoises seront attachées à leurs extrémités sur les liernes avec deux chevilles de fer de quatorze pouces de longueur, compris la tête, sur huit lignes de grosseur.

ARTICLE 9.

Le batardeau ainsi disposé, tous les sables mouvans entre les vannages seront dragués jusqu'à neuf pieds de profondeur sous l'étiage, et plus bas s'il est possible; après quoi, le vide qui résultera de ce draguage sera rempli de terre glaise prise à l'île l'Abbé, et transportée à quinze cents toises de distance réduite; elle sera battue et corroyée avec pilons à mesure qu'on l'emploiera, et servira successivement d'un batardeau à l'autre pour lequel on suppléera au déchet ou perte inévitable.

ARTICLE 10.

L'on équipera ensuite le nombre suffisant de chapelets pour faire les épuisemens, après avoir eu l'attention de former tous les puisards nécessaires, afin que les corps des pompes puissent descendre assez bas pour entretenir le terrain à sec, à huit pieds de profondeur, s'il est possible; on aura soin de draguer les sables le plus bas que l'on pourra. Les emplacemens des piles et culées seront ensuite

reconnus et vérifiés suivant les mesures indiquées ci-dessus, et les repères qui auront été donnés à cet effet.

ARTICLE 11.

Fondation des piles et culées.

Les culées, piles et murs d'épaulement devant être établis sur pilotis avec palplanches de garantie au pourtour, il faudra trois cent soixante-huit pieux pour la culée et murs d'épaulement du côté de la ville, compris soixante pour le derrière des pavillons.

Cent vingt-six pieux pour le corps carré de la culée du côté du faubourg; vingt-huit pour chacun des murs d'épaulement, et cent six pour chaque pile.

Tous ces pieux seront espacés de trois pieds de milieu en milieu, dirigés sur six lignes parallèles pour le corps des culées, et prolongés dans toute la longueur des murs joignans, à l'extrémité desquels ils se réduiront à quatre lignes à cause du plan rentrant desdits murs; le tout au surplus comme il sera indiqué par les plans figurés et donnés à cet effet.

Quant aux piles, les pieux seront également dirigés sur cinq lignes parallèles à leur flanc, espacés de trois pieds de milieu en milieu, et bien alignés en tous sens.

ARTICLE 12.

Ces pieux auront chacun vingt-cinq pieds de longueur réduite à cause des inégalités du fond, et un pied de grosseur réduite; ils seront armés d'un fer à quatre branches du poids de vingt-cinq livres, compris les clous, et seront battus au refus d'un mouton de douze cents livres, après quoi ils seront recepés de niveau au

moins à cinq pieds dix pouces sous le plus bas étiage pour les pieux du centre, et à cinq pieds quatre pouces pour ceux de rive, réservant six pouces pour les tenons qui seront pratiqués à tous lesdits pieux de rive; ceux-ci seront assemblés à mortoise, par un cours de chapeaux d'un pied de grosseur sur vingt toises de longueur pour le corps carré de la culée et murs d'épaulement du côté du faubourg.

Trente-quatre toises pour la culée et murs de la culée du côté de la ville.

Et enfin, vingt-six toises pour le pourtour de chaque pile.

ARTICLE 13.

Lesdits chapeaux étant bien assujétis sur les pieux de rive, leurs angles assemblés à mi-bois et à queue d'hironde avec doubles chevilles de bois à la rencontre des joints, l'on entreprendra le battage des palplanches au moyen d'une lierne mobile qui sera placée au devant des chapeaux, de manière qu'il ne reste entre deux que quatre pouces de vide pour l'épaisseur des palplanches qui, étant bien dressées à la bésaigue, seront battues au refus d'un mouton de sept à huit cents livres, le plus jointivement qu'il sera possible. L'on fixera ensuite un cours de liernes de six pouces de grosseur sur le pourtour des chapeaux, avec forts boulons placés à six pieds les uns des autres, de quinze lignes de grosseur et de vingt-six pouces de longueur, ayant têtes, rondelles et clavettes; ces boulons retiendront toute l'épaisseur des liernes, palplanches et chapeaux; au-dessus ils seront d'affleurement, au moyen d'une entaille de deux pouces à la rencontre de tous les racinaux, au-dessous desquels sera pratiquée une même entaille; enfin, ils lieront et retiendront ainsi solidement toute l'épaisseur des piles.

ARTICLE 14.

Tous ces racinaux étant bien posés de niveau et au même affleurement, et les sables dragués le plus bas que l'on pourra, l'on composera un mortier de chaux brocé, qui durcit à l'eau, machefer et jard, avec lequel on remplira tout ce vide, en y mêlant du moellon que l'on arrangera et serrera à la pince sous les racinaux jusqu'au niveau d'iceux et des chapeaux, qui seront ensuite recouverts sur toute la superficie de la culée, sur celle des murs joignans et des piles, par une plate-forme de madriers posés bien *jointifs sans* être chevillés en fer; le dessus de cette plate-forme sera par-tout posé bien de niveau, au moins à quatre pieds et demi sous l'étiage.

ARTICLE 15.

Les palplanches auront chacune quatre pouces d'épaisseur, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, un pied de largeur et vingt-quatre pieds de longueur. Elles seront armées d'un fer à deux branches du poids de douze livres, compris les clous, et seront au nombre de cent vingt pour la culée du côté du faubourg et murs d'épaulement, et de cent quatre-vingt-dix-sept pour celle du côté de la ville, et de cent cinquante pour chaque pile.

Les racinaux auront chacun six pouces de hauteur sur huit pouces de largeur; ils formeront ensemble une longueur de quatre-vingt-dix-huit toises pour la culée et murs d'épaulement du côté du faubourg, cent soixante-quatre toises pour celle du côté de la ville, et soixante-sept toises pour chaque pile.

Les liernes auront pour la culée et murs d'épaulement du côté de la ville trente-cinq toises de longueur et six pouces de grosseur;

Vingt-une toises pour la culée du faubourg, et vingt-sept toises pour chaque pile.

Les plate-formes seront toutes de quatre pouces d'épaisseur; celle de la culée du côté du faubourg et des murs joignans aura cinquante toises de superficie.

Celle de la culée du côté de la ville, quatre-vingt-trois toises, et celle de chaque pile trente toises.

ARTICLE. 16.

Maçonnerie en pierre de taille sur les plate-formes.

Les plate-formes des piles, culées et murs d'épaulement étant établies, bien de niveau, au moins de quatre pieds et demi sous l'étiage, l'on y tracera le plan des piles avec toute la précision possible, après avoir bien vérifié et constaté l'alignement général. L'on posera ensuite dans tout le pourtour des culées, murs d'épaulement et piles, six assises de pierres de taille de Champigny, ayant en total six pieds de hauteur, formant, de deux en deux, retraite de deux pouces, dont la dernière portera encorbellement pour recevoir les cintres; de manière que chaque culée dans toute la longueur de son corps carré aura, sur la première assise, quinze pieds d'épaisseur, le surplus des murs d'épaulement, ainsi que les piles douze pieds, et que le dessus de ladite assise se trouvera un pied et demi plus élevé que l'étiage.

ARTICLE. 17.

Toutes les assises précédentes ayant deux pieds six pouces d'épaisseur réduite avec carreaux de trois et quatre pieds de long sur deux pieds de lit, et boutisses de deux pieds de tête sur trois et

quatre pieds de queue, seront posées avec toute l'attention possible, les pierres en liaison au moins d'un pied l'une contre l'autre et l'une sur l'autre, les lits bien faits et de niveau, et les joints retournés d'équerre sur un pied au moins de longueur sans écornures, fils, moyes, amaigrissemens ni épaufrures, le tout proprement taillé et posé sur son lit de carrière à bain de mortier, observant de garnir et d'araser le derrière de ces assises à mesure de la pose de chacune avec moellon dur, posé en bonne liaison et à bain des mortier de sable de rivière et chaux de Champigny, ainsi que le reste de l'ouvrage.

ARTICLE 18.

Sur ces assises et cette maçonnerie ainsi arasée, seront élevées deux autres assises de piédroit, chacune de quinze pouces de hauteur, dont la première formera retraite de deux pouces tant au pourtour des piles que des culées et murs d'épaulement. Elles seront en carreaux et boutisses des mêmes qualités et dimensions que les précédentes, le tout posé à bain de mortier de chaux et sable; le derrière en sera bien garni et arasé, à mesure de la pose, avec moellon dur, observant que les pointes des avant et arrière-becs aient au moins trois pieds de longueur sur une face et deux pieds sur l'autre, que le plus grand parement soit tourné alternativement sur le petit, et que les pierres de chaque assise soient de hauteur égale dans le cours et pourtour des piles, avant et arrière-becs, culées et murs d'épaulement.

ARTICLE 19.

L'on posera ensuite les cinq premières retombées de chaque arche faisant crossettes pour se raccorder avec les assises des avant et arrière-becs et des murs des corps carrés des culées, que l'on

élèvera à proportion, observant d'araser le derrière en maçonnerie à mesure de la pose de chaque assise, comme dans tout le reste de l'ouvrage, et de laisser à l'aplomb des fermes un encorbellement aux deux dernières assises en retraite, ainsi qu'à la troisième et quatrième retombée, pour porter les cintres.

Sur toute cette maçonnerie élevée à environ neuf pieds et demi sur l'étiage, sera faite en bon mortier de chaux et sable et enduit en ciment une arase de six pouces de hauteur, avec pente suffisante dans le dessus, pour la laisser ainsi pendant toute la durée des fondations, et empêcher que les eaux ne pénètrent dans le corps de la maçonnerie.

ARTICLE 20.

Construction des cintres, voûtes, avant, arrière-becs, chaperons des piles, et murs de pont.

Cintres.

Toutes les fondations du pont étant établies, ainsi qu'on l'a dit ci-dessus, à environ neuf pieds et demi de hauteur sur l'étiage, compris la cinquième retombée, l'on posera les cintres. Ils seront au nombre de trois, et serviront successivement aux douze arches.

Chaque cintre sera composé de sept fermes, et chaque ferme d'une moise dans le milieu en forme de poinçon, de huit pieds de longueur sur douze et vingt-quatre pouces de grosseur en deux pièces, dans lequel s'assemblera un cours d'arbalétriers, dont les deux premiers, portant sur un cours de sablières posées sur l'encorbellement de la première retraite, auront chacun quatorze pieds de longueur sur dix et douze pouces de grosseur; et les deux suivans, formant un angle rentrant à leur rencontre avec les deux premiers,

iront se buter et s'assembler sur ladite moise : ils auront chacun vingt pieds de longueur sur pareille grosseur que les précédens.

Sur ce premier cours d'arbalétriers, il en sera posé un second composé de trois pièces, dont les deux premières, portant sur l'encorbellement des deuxième et troisième retombées, buteront sur la troisième posée en plate-bande et déchargée dans son milieu par l'about des deux arbalétriers assemblés dans le poinçon ou moise; elles auront chacune vingt-deux pieds de longueur, ainsi que la plate-bande, sur dix et douze pouces de grosseur. Sur ce second cours d'arbalétriers, il en sera placé un troisième composé de quatre pièces à peu près parallèles au premier, dont les deux premières, qui seront posées sur les arbalétriers du second rang, auront chacune huit pieds de longueur, et les deux autres vingt-trois pieds sur dix et douze pouces de grosseur : ce dernier cours d'arbalétriers servira à porter les pièces et vaux tenant lieu de courbes. Sur les deux petites pièces seront posés deux simples vaux de sept pieds de longueur sur sept et douze pouces de grosseur, et sur les deux grandes, deux pièces de vingt-deux pieds sur dix et douze pouces, surmontées de deux vaux de quinze pieds de longueur sur sept et douze pouces, taillés suivant le simbleau de l'arche, ainsi que les abouts des pièces qui les supportent.

Pour assurer la solidité de ces différens cours d'arbalétriers, prenant tous par leur position la butée la plus avantageuse sur les piles et culées, on les liera par six moises tendantes au centre de l'arche, et des mêmes dimensions que celles du milieu dont on a parlé ci-dessus, espacées également sur le développement de la courbe, et serrant tous les différens cours d'arbalétriers précisément dans leurs abouts pour en empêcher le déjet.

Les sept fermes de chaque cintre seront assujéties l'une à l'autre avec quatre liernes de quarante-cinq pieds de longueur sur six

pouces de grosseur, et fixées sur chacune avec boulons de fer à rondelles et clavettes de six livres chacun.

Sur chaque cintre seront posés soixante-neuf couchis de quarante-cinq pieds de longueur, compris leurs abouts, et six pouces de grosseur, pour retenir dans le milieu chaque cours de voussoirs; ils seront garnis et serrés contre les douelles des assises avec cales et coins pour plus grande solidité, observant, qu'entre le dessus des courbes et le dessous des douelles, il se trouve neuf à dix pouces de vide, pour que les cales du dessus et du dessous des couchis ayant dix-huit lignes ou deux pouces d'épaisseur, l'on puisse décintrer plus aisément les arches.

ARTICLE 21.

Voûtes.

Sur les cinq premières retombées, on continuera de poser les cinq suivantes, dont les coupes seront prolongées jusque contre les avant et arrière-becs et murs de culées, ainsi que celles des premières retombées, pour former crossettes et se raccorder à la hauteur des assises desdits avant et arrière-becs et murs de culées, qui seront élevés en même temps que lesdites retombées; le derrière sera arasé et garni avec moellon à mesure de la pose de chaque assise; on observera en construisant cette maçonnerie de sceller, pour la facilité de la navigation, dans le centre de chaque pile, à hauteur convenable, deux barres de fer traversant toute leur épaisseur avec anneaux de part et d'autre, et pour chaque culée et murs d'épaulement joignant, quatre barres avec double crochet et crampons à leurs extrémités portant un seul anneau.

ARTICLE 22.

Les neuf voussoirs des têtes au-dessus des dix premières retombées se prolongeront ensuite jusqu'à la rencontre de chacune des assises des chaperons et murs de pont, contre lesquelles ils se termineront à joints et lits carrés au bout de leur coupe, et le reste des voussoirs, au nombre de trente-neuf, sera prolongé jusque sous le cordon.

ARTICLE 23.

Lesdits voussoirs et retombées seront posés alternativement en carreaux et boutisses de cinq pieds au moins de longueur de coupe, sur deux et trois pieds de largeur de douelle; et tous les voussoirs entre les têtes auront trois et quatre pieds de longueur, sur trois pieds de coupe réduite.

Les couchis seront posés d'assise en assise, de façon que chaque joint soit à découvert, pour être fait plus à propos et plus commodément.

ARTICLE 24.

Lorsque les dix premières retombées seront mises en place, on n'élèvera plus la maçonnerie au derrière des autres voussoirs, et l'on ne posera même aucun prolongement de coupe que la voûte ne soit entièrement bandée et que les cintres ne soient enlevés, pour donner lieu à la voûte de prendre son tassement, sans que la maçonnerie des reins et les prolongemens des voussoirs participent aux effets qui pourroient avoir lieu.

ARTICLE 25.

Tous les voussoirs entre les têtes seront posés en bonne liaison de huit pouces au moins les unes sur les autres, et les joints des lits auront au plus trois lignes d'épaisseur. Le cintre en sera conduit avec simbleau et suivant les cerces qui en seront faites exprès, tant pour diriger les coupes que pour qu'il ne se trouve ni coude ni jarret. Tous les cours de voussoirs seront posés à bain de mortier de sable et chaux de brocé, à l'exception de la clef et des six contre-clefs de chaque côté qui le seront sur cales sans être coulées ni fichées; et après que l'assise de la clef sera posée dans toute sa longueur, on mettra au derrière de chaque pierre des treize précédentes assises formant clefs et contre-clefs, deux coins de bois de chêne d'environ un pied de longueur; après quoi on les frappera légèrement par assise, jusqu'à ce que lesdits coins s'écrasent sous les coups redoublés des masses. Toutes les pierres des treize assises étant bien serrées les unes contre les autres, on les coulera et fichera à l'ordinaire : on remplira les coupes avec éclats de pierre dure ou d'ardoise, et les joints seront faits avec mortier, comme il est dit ci-dessus.

ARTICLE 26.

La voûte ainsi fermée, l'on ôtera les cintres de dessous pour lui laisser prendre son tassement, après quoi l'on placera les vingt-quatre tuyaux de fonte destinés à l'écoulement des eaux dans les ouvertures que l'on aura pratiquées à cet effet dans le milieu des voûtes. Ils seront bien scellés et fichés dans ladite pierre, au moyen d'un collet qui y sera réservé haut et bas; ils auront chacun un pied de diamètre, cinq pieds de longueur et deux pouces d'épaisseur,

et l'on aura attention, pour empêcher l'écartement et la filtration des eaux dans les corps de la voûte, de former autour de chacun d'eux, avec ciment et mastic préparé à cet effet, un massif de maçonnerie en forme d'entonnoir qui sera recouvert par le trottoir. On posera ensuite les prolongemens de coupe, dont les premiers se raccorderont avec les assises des chaperons et des murs de pont, et les autres se prolongeront jusque sous le cordon, observant de les faire des plus grandes longueurs qu'il sera possible.

ARTICLE 27.

Les avant et arrière-becs ayant été élevés à mesure de la pose des voûtes et terminés par une plinthe, suivant le profil qui en sera donné à l'entrepreneur, on posera les chaperons pyramidalement sur six pieds de hauteur, depuis la base de leurs triangles jusqu'à leur sommet, de manière qu'il reste un pied jusqu'au dessous du cordon. Toute la hauteur du chaperon sera divisée en six parties égales, et chaque assise aura un carré de trois pouces au bas du rampant, dont celui de la première assise sera à plomb du nu des avant et arrière-becs.

Pour construire régulièrement lesdits chaperons et les terminer pyramidalement à leur hauteur de six pieds, on observera de changer de centre à chaque assise, en sorte que les deux points de la première assise contre le nu du pont servent également de centre pour le côté opposé de ladite assise, ainsi des autres jusqu'à la dernière qui doit finir à rien contre le mur de pont.

ARTICLE 28.

A mesure que l'on élèvera les chaperons des avant et arrière-becs et que l'on posera les prolongemens des voussoirs, l'on aura atten-

tion de monter la maçonnerie au derrière avec moellon de bonne qualité, ainsi que celle des reins, jusqu'à six pouces au-dessus du cordon, par assise, en suivant les coupes des prolongemens des voussoirs jusqu'aux contre-clefs; le tout posé à bain de mortier de chaux et sable comme ci-dessus.

ARTICLE 29.

Cordons et parapets.

Les cordons et parapets, tant sur les deux culées et murs d'épaulement que sur toute la longueur du pont, auront trois cent quarante toises de longueur.

Le cordon sera taillé suivant les profils qui seront donnés à l'entrepreneur, et sera des plus grands quartiers de pierre de Champigny que faire se pourra, ayant assez de lit pour que le derrière se trouve à plomb de la face intérieure des parapets.

Le parapet posé sur ce cordon aura quatre pieds de hauteur en dehors, compris le bombement, par rapport au socle régnant sur la face du pont, et trois pieds deux pouces en dedans au-dessus du pavé du trottoir, pour que le premier joint soit recouvert de deux pouces. Il aura dix-huit pouces de parpain à son nu, et les bahus seront couronnés d'une plinthe en dehors de neuf pouces de carré et d'un pouce et demi de saillie; il sera formé de trois assises d'un pied de hauteur chacune des plus grandes longueurs possibles, et au moins de trois pieds, observant, pour que les bahus ne puissent se déranger, que les joints en soient taillés en portion de cercle avec carré de six pouces de chaque côté.

Toutes les assises de ce parapet seront posées à bain de mortier de chaux et sable.

ARTICLE 30.

Trottoirs sur le pont.

Ces trottoirs qui régneront de part et d'autre du pont, auront chacun cent cinquante toises de longueur, sept pieds trois pouces de largeur sur quinze pouces de hauteur réduite; ils seront formés d'une seule assise de quinze pouces de largeur réduite et de vingt pouces de hauteur, compris deux pouces qui seront recouverts par le pavé; elle sera de pierre de Champigny, régnant sur toute la largeur dudit pont, et les joints seront cintrés pour empêcher l'écartement des pierres. L'on observera de donner à ces trottoirs deux pouces de pente depuis le parapet jusqu'au nu de ladite assise, et le vide sera rempli avec sable sur lequel le pavé, qu'on réduira à six pieds de largeur, sera de grès d'échantillon de six pouces en tous sens, posé par rangées droites en bonne liaison et suivant toutes les règles de l'art; il y en aura, en total, trois cent toises de superficie.

ARTICLE 31.

Bornes.

Les bornes posées le long des trottoirs à neuf pieds de distance, de milieu en milieu, seront au nombre de cent quatre-vingt-dix, compris celles qui seront nécessaires aux abords du pont; elles auront dix-huit pouces de hauteur sans la culasse, un pied de grosseur par le bas, et dix pouces par le haut, et seront taillées suivant le dessin qui sera donné à l'entrepreneur; elles seront toutes adossées aux trottoirs et scellées sur la voûte avec mortier de chaux et sable.

ARTICLE 32.

Remblais.

Ces remblais montent, suivant les profils qui en ont été faits, à quatre mille six cent soixante-quinze toises cubes, savoir, du côté de la ville, à deux mille deux cents toises, et du côté du faubourg, pour tout l'espace pris sur le lit de la rivière jusqu'au niveau du terrain naturel, à deux mille quatre cent soixante-quinze toises.

Toutes les terres nécessaires au remblai seront prises, partie à l'île Cosnard et le reste à l'île des Ardiliers, toutes deux à cinq cent quatre-vingt toises de distance réduite; elles seront transportées par bateaux et ensuite par batelets dans les endroits convenables, au moyen des rampes qui seront pratiquées à cet effet.

ARTICLE 33.

Pavé.

La superficie du pavé monte à onze cent trente-quatre toises, dont neuf cents toises pour la superficie du pont, depuis l'extrémité d'un pavillon à l'autre, non compris les trottoirs dont on a parlé ci-dessus, et deux cent trente-quatre toises pour les abords du pont. Ce pavé sera posé sur une bonne forme de sable d'un pied d'épaisseur, et sera des mêmes façon et construction que celui des trottoirs.

ARTICLE 34.

Rejointoiemens et ragrémens à faire aux têtes, murs de pont, avant et arrières-becs.

Ces différentes parties ont douze cent quatre-vingt-cinq toises de superficie. On les ragréera avec tout le soin possible pour ne laisser aucune balèvre, jarrets et autres défectuosités; après quoi on fera les joints dans tous les endroits nécessaires avec mortier de chaux et ciment, que l'on frottera jusqu'à ce qu'il soit sec pour en empêcher les gerçures.

ARTICLE 35.

Ouvrages relatifs au pont, tant aux frais du roi qu'à ceux de la ville.

DÉTAILS DES CONSTRUCTIONS.

OUVRAGES AUX FRAIS DU ROI.

Construction du mur de soutènement parallèle à la direction du pont.

Ce mur aura seize toises de longueur et sera fondé sans batardeau et sans pilotis.

Il sera construit sur cinq pieds d'épaisseur réduite, à raison d'un

pouce de talus par chaque pied jusque sous le cordon, avec parement en pierre de Champigny, des dimensions ci-dessus prescrites, et arasé au derrière en maçonnerie de moellon.

Le cordon et parapet qui couronneront ce mur, seront des constructions et dimensions indiquées pour le pont.

ARTICLE 36.

Construction du mur de quai d'amont, du côté du faubourg.

Batardeau pour la fondation.

Ce batardeau aura vingt toises de longueur, sera dans la direction du courant, et n'aura que six pieds d'épaisseur de terre glaise.

Les pieux seront espacés de quatre pieds, de milieu en milieu, sur leur file extérieure, et à huit pieds quatre pouces sur la largeur du batardeau. Les palplanches n'auront que quatre pouces d'épaisseur et dix-huit pieds de hauteur, ainsi que les pieux qui, ayant dix pouces de grosseur réduite, seront ferrés comme les précédens, et retenus avec liernes et entretoises des mêmes dimensions, pour pouvoir avec facilité baisser les eaux jusqu'à deux pieds de profondeur sous l'étiage, à l'effet de placer la plate-forme un peu au dessous d'icelui. L'on établira, du côté des terres, un autre batardeau parallèle au premier, de même longueur et à distance suffisante pour la manœuvre; au moyen duquel ledit mur de quai se trouvera enveloppé. Il sera composé d'une simple file de pieux avec palplanches au-devant, des mêmes longueurs et grosseurs que ceux du batardeau opposé, et garni, du côté des terres, d'un corroi de glaise pour le garantir des filtrations.

ARTICLE 37.

Fondations dudit mur de quai d'amont.

PENDANT la construction de la culée et murs joignans, l'on travaillera à celle de ce mur de quai, au moyen de la précaution que l'on aura eue d'établir les batardeaux en même temps, pour profiter du travail des épuisemens.

Ce mur sera fondé sur pilotis, des mêmes dimensions et façons que celui de la culée : ce pilotis sera composé de deux cent soixante-quatre pieux, disposés sur quatre lignes parallèles, dont la première exposée au courant de l'eau sera coiffée d'un chapeau d'un pied de grosseur et de trente-deux toises de longueur, dans lequel s'assembleront transversalement à queue d'hironde et à mi-bois les racinaux, ayant ensemble cent dix toises de longueur sur six et huit pouces de grosseur. Sur ces racinaux sera posée une plate-forme de madriers bien jointifs de quatre pouces d'épaisseur sur quarante toises de superficie, garnie en dessous jusqu'à l'affleurement des racinaux, avec maçonnerie comme pour le pont, sur six pieds de hauteur réduite; le dessus de cette plate-forme sera posé à un pied sous l'étiage.

ARTICLE 38.

Maçonnerie dudit mur de quai et des murs pour soutenir les remblais aux abords de la culée.

LES fondations dudit mur et sa plate-forme étant établies à la hauteur indiquée ci-dessus, l'on posera sur icelles deux assises en pierre de Champigny, de quinze pouces de hauteur chacune, des

mêmes dimensions que les précédentes, arasées au derrière en maçonnerie, sur lesquelles sera formée retraite de deux pouces pour donner neuf pieds d'épaisseur audit mur, et élever le parement en pierre de taille de Champigny par assises de niveau, et assujéties par l'appareil à celui des murs de culée; il sera monté ainsi à raison d'un pouce de talus par chaque pied, et garni de moellons durs par derrière dans toute son épaisseur sur vingt-trois pieds de hauteur réduite, à cause du rampant dudit mur qui sera couronné d'un parapet de trois pieds de hauteur et dix-huit pouces d'épaisseur, compris bahus portant plinthe, suivant le profil qui sera donné à l'entrepreneur.

L'on construira en même temps trente-sept toises de longueur de murs de terrasse avec maçonnerie de moellon, sur seize pieds de hauteur, quatre pieds d'épaisseur réduite, et talus convenable pour soutenir le remblai à faire aux abords de cette culée, le tout, suivant qu'il est indiqué par les plans, et sans établir les fondations sur pilotis.

ARTICLE 39.

Perré avec bâtis en aval, du côté du faubourg.

Ce Perré qui doit soutenir les terres aux abords de la culée, sera fait avec bâtis de pieux sur trente-trois de longueur; et au moyen de la construction qui va être indiquée, l'on pourra se dispenser d'établir un batardeau pour sa fondation.

Ce bâtis sera composé de deux rangs de pieux éloignés de six pieds, de milieu en milieu : ceux du rang extérieur seront espacés tant plein que vide, et ceux de l'intérieur du côté des terres à six pieds de milieu en milieu. Lesdits pieux auront douze pieds de longueur sur dix pouces de grosseur réduite, sans être ferrés, mais

ayant seulement la pointe préparée et passée au feu. Ils seront tous battus le plus perpendiculairement qu'il sera possible, et ceux du rang extérieur jusqu'à un pied sous l'étiage, au moyen d'un faux pieu dont l'on se servira à cet effet. Lorsqu'ils seront tous à cette profondeur, et le dessus le plus de niveau que faire se pourra, on les liera par un cours de liernes de six pouces de grosseur portant sur toutes les têtes, et chevillé à la rencontre de chaque pieu avec chevilles de fer de neuf pouces de longueur et six lignes de grosseur.

Après cette première opération, l'on draguera le plus bas que l'on pourra tous les sables compris dans l'intérieur du bâtis, et on le remplira avec pierres, moellons, gros libages lancés au hasard, et terre glaise, pour bien garnir tous les vides. Ce massif de maçonnerie sera ainsi monté à la hauteur de l'étiage; puis on placera transversalement des entretoises ou tirans de six pouces de grosseur et huit pieds de longueur chevillés sur le rang extérieur des pieux, et la lierne qui les assemblera avec fortes chevilles de fer de quinze pouces de longueur et neuf lignes de grosseur; les abouts de ces entretoises se prolongeront dans l'eau au moyen de ce qu'elles seront plus relevées sur les pieux du rang intérieur, sur lequel elles seront fixées avec chevilles de fer semblables aux précédentes, et assemblées à tenons et mortoises pour retenir, par ce moyen, la poussée du perré et empêcher l'écartement des files de pieux.

Ces entretoises étant ainsi placées, l'on élevera la maçonnerie avec moellon dur et chaînes des plus gros quartiers, en suivant le rampant qui sera d'un pied et demi de base pour chaque pied de hauteur, et qui, de trois pieds d'épaisseur qu'elle doit avoir par le bas, se réduira à dix-huit pouces par le haut.

ARTICLE 40.

OUVRAGES AUX FRAIS DE LA VILLE.

Plate-forme avec bâtis, devant le port.

Cette plate-forme aura soixante-dix toises de longueur sur dix-huit pieds de largeur; elle sera formée avec bâtis de pieux qui seront espacés à deux pieds de milieu en milieu, palplanches de garantie au derrière d'iceux, tirans et pieux de retenue de six pieds en six pieds; les uns et les autres, ainsi que les fers, proviendront des démolitions des batardeaux.

Tous ces pieux seront recepés à deux pieds et demi sur l'étiage, pour y former des tenons qui répondront aux mortoises pratiquées dans un chapeau d'un pied de grosseur qui recouvrira lesdits pieux, le long duquel seront chevillées en bois, dans l'intérieur, des palplanches derasées au niveau du dessus dudit chapeau qui, par ce moyen, se trouvera trois pieds plus élevé que l'étiage du côté de l'eau pour faciliter les abords des bateaux.

Tout l'espace compris entre le mur de quai et le bâtis de cette plate-forme, sera dragué sur le plus de profondeur qu'il sera possible, et ensuite rempli de pierres, moellon avec mortier, composé de chaux de brocé, mache-fer et jard, pour ne former qu'un même corps propre à soutenir à l'affleurement du chapeau de basse palée, et des palplanches de garantie; les pierres ou dalles de Champigny, d'un pied d'épaisseur, dont sera formée cette plate-forme qui servira en outre à fortifier le pied du mur de quai, qui, ne périssant que par les fondations, exigeroit, sans cet ouvrage, une reconstruction totale.

ARTICLE 41.

Anneaux de navigation.

Ces anneaux seront au nombre de dix-huit; ils auront chacun dix pouces de diamètre sur dix-huit lignes de grosseur, et seront placés dans la face de l'ancien mur de quai de la boucherie.

ARTICLE 42.

Bornes à l'entrée du port.

Ces bornes au nombre de neuf seront des mêmes dimensions que celles du dessus du pont.

ARTICLE 43.

Remblais.

Ces remblais montent, suivant les profils qui ont été faits, à trois mille six cents toises cubes,

SAVOIR,

Pour la partie du quai, allant au pont de la Poissonnerie, qui sera remblayée par rapport à la construction du nouveau pont, six cents toises cubes.

Et pour le nouveau pont, trois mille toises.

Les terres seront prises dans la pointe de l'île du Parc, dont le déblai sera fait suivant les formes indiquées au plan.

ARTICLE 44.

Pavé.

La superficie du pavé à faire, sera de deux mille deux cents toises.

SAVOIR,

Pour le quai du côté du faubourg, cent quatre-vingts toises.

Pour celui du côté de la ville, treize cent vingt toises.

Pour le port, déduction de la partie recouverte en pierre de Champigny, sept cents toises.

Ce pavé sera des mêmes constructions et façons que celui détaillé ci-dessus; deux cents toises superficielles seulement seront faites avec le vieux pavé.

CONDITIONS.

L'ENTREPRENEUR qui sera chargé de cette adjudication, sera tenu de fournir les matériaux de toutes espèces, outils, équipages, apponte-mens, sonnettes, grues, échafaudages, voitures, et toutes choses généralement quelconques pour l'entière perfection et réception desdits ouvrages, dont il sera payé à mesure de leur avancement; à l'exception d'un dixième, qui restera à la fin de chaque année pour lui être payé, savoir: moitié au commencement de la campagne suivante, et l'autre lui être retenue jusqu'à la fin de l'ouvrage, de manière qu'à sa réception il lui sera dû le vingtième du prix de son adjudication.

L'entrepreneur ayant été chargé de la reprise d'une partie des matériaux qui étoient destinés à la construction du pont des Sept-Voies pour en faire usage dans les ouvrages ci-dessus indiqués,

et les bois ayant souffert et perdu de leur valeur depuis la surséance dudit pont des Sept-Voies, il sera fait, en commençant les travaux, un état général de ceux qui pourront être dans ce cas, avec leur estimation, pour en être tenu compte à l'entrepreneur.

Si, lors du travail qui sera fait pour les fondations du pont, il devient nécessaire de former à l'extérieur quelques contre-batardeaux, épis, ou autres ouvrages que l'on ne peut prévoir, ou dans l'intérieur des batardeaux quelques branches de division pour faciliter les épuisemens et accélérer ce travail; ces ouvrages seront exécutés sur les ordres qui seront donnés par l'Ingénieur, et il en sera tenu compte à l'entrepreneur, suivant le règlement qui sera fait par ledit Ingénieur.

L'entrepreneur paiera neuf deniers pour livre de son adjudication aux trésoriers général et particulier des Ponts et Chaussées, et fournira bonne et suffisante caution en la manière accoutumée, pour la garantie de ces ouvrages.

Le présent devis fait par nous Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de la généralité de Tours, à Tours, le vingt-cinq février mil sept cent cinquante-quatre. *Signé*, DE VOGLIO.

SECONDE SECTION.

PORT ET QUAI DE LA VILLE DE ROUEN.

ARTICLE PREMIER.

219. Je n'occuperois point l'attention des Ingénieurs sur la construction d'un mur de quai ordinaire, de 110 toises de longueur, si celui du port de Rouen ne présentoit l'application de la méthode des caissons employée pour sa fondation, ainsi que le battage des pilots recepés avec la machine à scier dans l'eau, le tout sans batardeau ni épuisemens, malgré le flux et reflux de la mer, et si l'exécution de ce travail n'avoit pas donné lieu à des discussions qui furent portées au conseil des Ponts et Chaussées, même après l'approbation qu'il avoit bien voulu donner à mon projet.

220. Mais, comme je me suis expliqué précédemment sur l'intention où j'étois d'enhardir les constructeurs contre la crainte des difficultés, en leur faisant part de celles que j'ai rencontrées dans presque tous les travaux qui m'ont été confiés; je crois devoir mettre sous leurs yeux le détail de toutes les contrariétés que j'ai éprouvées, lorsque j'ai proposé mes moyens d'exécution pour le mur de quai du port de Rouen; ce n'est que par la persévérance la plus soutenue que je suis parvenu à faire adopter ces moyens.

221. Je venois de remplacer, en 1775, l'Ingénieur en chef de la ci-devant généralité de Rouen, faisant les fonctions d'Inspecteur

général des Ponts et Chaussées. On lui avoit demandé, depuis 1772, un projet sur l'élargissement du quai du port de Rouen; en conséquence, il avoit proposé des fonds dans les exercices des années 1772, 1773, 1774 et 1775, pour commencer cet ouvrage: mais on n'a jamais eu connoissance des moyens qu'il se proposoit d'employer.

Après mon installation, je reçus ordre de M. Trudaine de Montigny de m'occuper sans délai du projet de l'élargissement du quai de Rouen, et d'y joindre un devis estimatif pour l'emploi des premiers fonds faits sur ces quatre exercices. Je présentai ce projet au conseil des Ponts et Chaussées le 12 mars 1776; il ne fut approuvé définitivement que le 10 juin suivant.

ARTICLE II.

Exposition du projet.

Planche XVIII.

222. Le port de la ville de Rouen a 650 toises de longueur; la largeur du quai étoit réduite à 30 pieds, vis-à-vis de la principale entrée de la ville. Cette grande étendue se trouve divisée en deux parties, par le pont de bateaux qui traverse la rivière de Seine, et dont le côté d'amont est essentiellement destiné au chargement des bâtimens qui remontent la Seine jusqu'à Paris.

223. Le côté d'aval, qui conduit à la mer, est continuellement occupé par les chargemens et déchargemens des vaisseaux qui viennent du Hâvre et de Honfleur, et dont toutes les marchandises remontent la Seine.

224. Les routes de Paris au Hâvre et à Dieppe n'ayant point d'autre passage dans cette ville que le quai de Rouen, il en ré-

sultoit journellement de grands embarras, et même des accidens, par l'encombrement et les mouvemens des objets de navigation.

225. Depuis bien des années la chambre du commerce avoit consulté les Ingénieurs des Ponts et Chaussées sur les moyens d'élargir ce port, particulièrement dans la partie d'aval, réduite à 30 pieds, ainsi que je l'ai dit plus haut, et le long de laquelle les mâts de beaupré des navires placés bout à quai obstruoient la majeure partie du passage.

Cette partie avoit éprouvé des affouillemens d'environ 40 à 45 pieds de profondeur, formés par la rivière, et qui présentoient des obstacles presqu'invincibles, si on avoit voulu recourir, pour l'exécution des ouvrages, aux moyens usités jusqu'alors, de fonder par batardeaux et épuisemens.

226. Comme les plus grands affouillemens de 45 pieds ne s'étoient formés le long du quai, et en aval de l'ancien pont de pierre, que par une seule ouverture de 18 toises, et que les eaux, en cet endroit, avoient une très-grande chasse, puisque, dans une crue, elles avoient renversé une des piles de ce pont, il étoit à craindre que leur rapidité n'attaquât les constructions que j'avois à faire, ou ne les emportât à fur et mesure de leur avancement.

227. Je proposai donc par mon projet, 1°. de former le barrage de cette première ouverture sur 18 toises de largeur, afin d'obtenir du calme dans la partie suivante où je devois opérer.

2°. De construire en avant un mur de quai, de 108 pieds de longueur, sur 16 pieds de hauteur, et qui se raccorderoit à une ancienne pile dont les fondations me parurent encore très-bonnes.

3°. De fonder sur pilotis 66 toises de longueur d'un nouveau mur de quai, porté sur la rivière, jusqu'à 105 pieds en avant des anciens quais, qui, traversant les grands affouillemens de 34, 36 et 45 pieds de profondeur, seroit enveloppé ensuite dans un grand

remblai, composé de marne et de silex provenant des belles carrières de Sainte-Catherine situées près de Rouen.

4°. De continuer ces remblais sur la rivière, afin de procurer une superficie d'environ 1,000 toises carrées destinée au débarquement des vaisseaux.

5°. Enfin, je proposai de terminer la jonction du nouveau quai avec les anciens, par un escalier de débarquement de 15 toises de longueur, etc., etc.

ARTICLE III.

Moyens d'exécution.

228. Je m'assurai, par des sondes faites avec beaucoup de soin, que les affouillemens étoient descendus jusqu'au vieux terrain solide, que le pilotis pourroit encore y prendre suffisamment de fiche, et que l'élévation des fortes marées n'étoit que de 7 à 8 pieds dans les vives-eaux, c'est-à-dire que, dans les endroits les plus profonds, il se trouvoit alors 45 pieds d'eau; cependant, je crus, d'après les principes ordinaires, qu'un pareil mur de quai, ayant 16 pieds de hauteur depuis sa fondation, établie sur pilotis à 6 pieds au-dessous des basses eaux, et s'élevant de 2 pieds au-dessus des pleines mers, seroit suffisant avec une épaisseur réduite de 6 pieds mesurés au-dessus des deux grandes retraites, et un talus de 2 pouces pour pied de hauteur. Je pensai, en outre, que le cube total de tout le mur, ne pouvant faire qu'un poids d'environ 12 millions distribués sur une base de 7,392 pieds carrés, ne produiroit que 1,623 liv. de poids sur chacun des pieds carrés de sa base, et que ce mur auroit, en conséquence, toute la solidité convenable.

229. Je divisai donc la longueur totale du nouveau mur de quai

en sept caissons égaux de 66 pieds de longueur de plate-forme, afin de faciliter l'emploi des mêmes bords sur les fonds des caissons qui devoient se succéder. Je fixai leurs largeurs à 16 pieds, de dehors en dehors, leurs hauteurs à 14 pieds, et leurs bases à 1,056 pieds carrés. Comme la masse totale de la maçonnerie pouvoit être de 12 millions, j'en estimai le septième de 1,714,285 livres pour le poids de chaque caisson, que je fis porter ensuite sur 92 pilots espacés de 3 pieds 6 pouces sur l'épaisseur du mur, et 3 pieds sur la longueur du caisson; par conséquent, chaque pilot ne devoit être chargé que de 18,633 livres, pour le mur seulement : mais, en supposant une charge de moitié en sus, pour les marchandises débarquées, chacun des pilots établis sur le vieux fond, n'auroit encore à supporter que 27 milliers à peu près; et, comme il est impossible de débarquer sur 66 pieds de longueur et 16 pieds de largeur, un poids de 3 millions, je n'ai trouvé aucun inconvénient à mes dispositions, ainsi que le conseil des Ponts et Chaussées en a jugé d'après l'examen du projet.

230. Il me restoit donc encore à former une force capable de résister à la poussée des remblais sur une hauteur de 45 pieds dans l'endroit le plus profond. Voici les moyens que j'ai employés :

1°. Je fis battre au refus tous les pilots de 12 à 15 pouces de grosseur réduite, avec une sonnette à déclic garnie d'un mouton du poids de 1,200 livres, tombant de 20 pieds, en leur faisant éprouver, d'après mes expériences, une somme de percussion équivalente à une pression de plus de 300,000 livres, pour chaque pilot.

2°. Je fis receper les pilots à 6 pieds au-dessous des plus basses eaux seulement, et conséquemment réduire sous les caissons la hauteur des plus grands remblais à 39 pieds pour le plus bas fond.

3°. Je fis battre à 12 pieds par derrière le mur, des pilots de

6 pieds en 6 pieds, également au refus du même mouton, pour porter des tirans de charpente liés dans la maçonnerie, et qui devoient, par la suite, opérer beaucoup plus que l'équilibre, attendu que les remblais à faire au-devant ne pouvoient s'exécuter qu'après la construction totale du mur.

4°. Je fis enfin remblayer dans la rivière, en avant du pilotis, et jusqu'à 60 pieds de largeur, avec les plus gros libages et silex de la côte Sainte-Catherine, et sur un talus de 60 degrés, observant que, dans la basse mer, le tirant d'eau des navires de quatre cents tonneaux, les plus forts qu'on puisse jamais remonter à Rouen, auroient la possibilité d'acoster le long du nouveau mur de quai.

231. L'écoulement des eaux de la ville, que j'avois à diriger dans la rivière, devoit se faire par des aquéducs que je pratiquai à la jonction ou raccordement des caissons. Mais comme, pour bien connoître la construction générale des murs de quai dans le cas des fondations profondes, il est essentiel de concevoir cette jonction ou raccordement des caissons, je m'étendrai un peu plus dans la suite sur cette partie, qui tend à généraliser la méthode des caissons pour les travaux hydrauliques de cette espèce.

232. Toutes les dispositions dont je viens de donner les détails ayant été bien examinées par M. Peronnet, notre premier Ingénieur, et M. de Voglio, Inspecteur général, le conseil des Ponts et Chaussées en approuva l'exécution sur leur rapport, et d'autant plus volontiers, qu'il reconnoissoit l'impossibilité de pouvoir établir des batardeaux à une aussi grande profondeur, le long du quai de Rouen, et encore moins de l'exécuter par épuisemens. Il convint que cette circonstance pouvoit donner de nouvelles espérances sur les avantages de la méthode des caissons; enfin, sur l'examen du projet, il y trouva une disposition très-favorable au grand commerce de la ville de Rouen, et au passage des deux

grandes routes de Paris au Hâvre et à Dieppe, qui longent le port sur 650 toises. En conséquence, M. Trudaine en fit ordonner l'adjudication le 10 septembre 1776.

ARTICLE IV.

Première exécution.

233. Une des opérations qui me paroissoit la plus importante étoit de former le barrage en amont du pertuis par lequel la majeure partie des eaux de la Seine se portoit dans l'emplacement que je devois combler. Je fis d'abord une espèce de batardeau très-solide, de 20 toises de longueur sur 10 pieds d'épaisseur, et seulement garni de vannages pour recevoir un remblai de 30 pieds d'épaisseur, qui, par sa composition de marne, de silex, et par ses talus, ne produisoit que peu de poussée. Ce ne fut pas sans peine que je parvins à détourner les eaux, à cause de leur grande rapidité. Je craignois beaucoup encore que l'ancienne pile sur laquelle je m'appuyois ne vînt à s'affouiller; mais à mesure que la masse des remblais se consolidoit, je trouvai, comme je le cherchois, du calme dans l'emplacement des travaux de la part du courant de la rivière. Néanmoins, j'avois toutes les six heures le flux de la mer, qui se portoit avec violence dans toute l'étendue de mon barrage, en y formant une réaction assez grande.

234. Comme il étoit important de faire jouir le public, je commençai par faire exécuter les remblais dans l'endroit le plus étroit du quai, éloigné de 20 à 30 toises des nouveaux murs à faire. Pour cet effet, je fis attaquer par un grand nombre de mines l'escarpement de la côte Sainte-Catherine, sur plus de 130 pieds de hauteur, et j'occupai au transport du déblai un nombre suffisant

de voitures. J'ai ainsi obtenu assez promptement 3,000 toises cubes de remblais, pour suppléer d'abord au passage du quai.

Planche XIX.

235. Le battage des pilots se fit au moyen d'un grand bateau, bien apponté à cet effet, pour recevoir une sonnette à déclic. J'ai eu l'attention de former un premier remblai dans les parties les plus profondes pour contenir la grande longueur des pilots, et cette manœuvre ne présenta rien d'extraordinaire que les précautions indispensables pour mettre en fiche des pieux de 36 à 45 pieds de longueur, ayant à leurs têtes souvent plus de 14 et 16 pouces de grosseur, et pesant plus de 3,000 livres.

236. Comme j'avois environ mille pieux à receper dans l'eau, je fis faire une nouvelle machine à scier (1), sur les mêmes principes de celle que j'avois faite à Saumur, mais avec des changemens qui pouvoient tendre à sa perfection; du reste, les procédés de l'opération furent absolument les mêmes.

237. L'appontement pour construire les caissons et pour les mettre à l'eau fut également disposé comme l'avoient été ceux de Saumur, avec l'avantage local de pouvoir choisir le temps des vives-eaux de la mer, pour les lancer. Par ce moyen, leurs remorques furent très-faciles, ainsi que toutes les dispositions pour les poser d'alignement et les échouer sur les pilots.

238. La construction des caissons ne présenta aucune difficulté, leurs dimensions étant dans les mêmes rapports que celles des caissons de Saumur. Il m'étoit facile de leur donner plus de longueur, relativement à la grande étendue de l'ouvrage; mais le

(1) Cette même machine, parfaitement conservée, a été envoyée à Paris en prairial an 9, pour la construction du pont du Louvre.

bombement du fond, qui est toujours inévitable, auroit été plus considérable, et peut-être d'une grande sujétion dans la pose de la maçonnerie; le caisson d'ailleurs auroit pu gauchir ou porter plutôt d'un bout que de l'autre; et en général, les procédés les plus simples ont toujours de grands avantages.

Planche XIX.

239. Les tirans dont j'ai parlé, pour retenir le nouveau mur de quai contre la poussée des remblais, furent assujétis très-solidement avec les pieux de retenue, battus au refus de la sonnette à déclic; mais je regrette de n'avoir pu entreprendre de faire battre les pilotis des deux files extérieures d'une manière inclinée, en avançant le pied au-delà de l'aplomb du bord des caissons, comme on le voit sur le profil. Ces pilotis ainsi inclinés auroient formé des espèces d'étaies qui se seroient réciproquement arcboutées contre la poussée des remblais et la pression des grandes eaux. C'est encore au système funeste d'une économie mal entendue que je dois attribuer cette faute. Il auroit fallu construire un échafaud plus stable que le bateau sur lequel la sonnette inclinée a été placée. On connoîtra dans la suite la nature des obstacles qui s'y sont opposés.

240. Les démolitions des vieilles piles, et les décombres que je trouvai dans le pertuis que j'avois comblé, m'empêchèrent de receper les pilots de cette première partie à 6 pieds sous l'étiage; il fallut se contenter de les couper un peu plus haut : mais, comme les fondations de cette partie, ainsi que de celles adjacentes, doivent toujours être soutenues par les alluvions rapportées par la mer montante, je ne balançai pas à prendre ce parti, en formant un fort remblai parallèlement au premier caisson. Je fis échouer à son extrémité un grand bateau rempli de pierres, qui fut couvert par

18 pieds de hauteur de remblais, du poids de plus de 180,000 livres, déduction faite de l'eau déplacée; j'avois d'ailleurs réservé assez de hauteur d'eau pour le passage des plus forts bateaux chargés.

241. Les partisans de l'économie, et plus particulièrement encore l'Ingénieur que j'avois chargé de suivre tous ces détails, ne manquèrent pas de s'élever contre la dépense énorme qui alloit, disoient-ils, résulter de mon projet. L'Inspecteur général même, que j'avois remplacé comme je l'ai dit, écoutoit avec complaisance toutes les critiques qui passèrent successivement au conseil des Ponts et Chaussées. Je me trouvai donc forcé de me rapprocher de leurs idées par une économie à laquelle je sacrifiai les miennes pendant quelque temps.

1°. Je fis manœuvrer la machine à scier sur deux grands bateaux assemblés parallèlement, au lieu d'un appontement établi sur des pieux très-solidement battus, comme à Saumur.

2°. Je ne fondai la totalité du nouveau mur de quai qu'à 2 pieds au-dessous de l'étiage.

L'Inspecteur général, dès ce moment, ne voulut plus qu'on fondât par caissons, mais à découvert. Il n'hésita pas à avancer que la maçonnerie delavée par l'eau de la mer, ne perdroit point de sa qualité, et il assura même en avoir vu des effets surprenans. Il blâma hautement la désunion des plate-formes des caissons, comme s'il eût été possible de poser un caisson de 100 toises de longueur de plate-forme d'un seul jet.

242. Je dois prévenir encore que le recepage des pieux, avec la machine à scier, établie sur de grands bateaux, nous offroit une infinité de difficultés. Il falloit de toute nécessité saisir le moment où la mer étoit étale pour receper promptement les pieux; attendu que par sa montée et sa descente, les niveaux de l'eau changeant à

tout instant, nous cassions souvent des feuilles de scie, en faisant des sections très-irrégulières; aussi le travail languissoit, à la grande satisfaction du parti qui m'étoit opposé. Ce fut à cette époque que les vrais amis du bien public eurent à pleurer la perte de M. Trudaine de Montigny, Directeur des Ponts et Chaussées, et qui, comme son père, avoit l'amour des grandes choses.

243. Je sentis d'autant plus vivement ce malheur, que dans cette circonstance les contrariétés se multiplioient de la part de ceux-là même qui devoient ou m'appuyer ou me seconder. Mais, soutenu par les encouragemens de MM. Peronnet, Bouchet, Trésaguet et de Chezy, Inspecteurs généraux, fort de l'autorisation et du suffrage de M. le Président de Cotte, qui remplaçoit M. Trudaine, comme Directeur des Ponts et Chaussées, je surmontai les divers obstacles et répondis victorieusement aux reproches de toute espèce, ainsi qu'on le verra dans la suite.

244. J'assurai qu'il eût été très-possible de fonder plus bas le reste de ce mur de quai, si le conseil l'avoit jugé à propos; mais qu'il auroit fallu me permettre d'exécuter, dans tous ses points, mon projet du 25 mars 1776, m'accorder les fonds nécessaires, soit par la chambre du commerce de la ville de Rouen, soit sur la caisse des Ponts et Chaussées; enfin, j'observai que les fonds de cette caisse n'ayant été fixés qu'à 100,000 livres, j'avois cherché tous les moyens possibles d'économiser, mais que la solidité que je cherchois, exigeoit impérieusement tous les procédés que j'avois employés.

245. M. le Président de Cotte voulant s'assurer d'un avis définitif du conseil des Ponts et Chaussées, chargea M. Bouchet et M. de Chezy, Inspecteurs généraux, d'examiner les différens mémoires à ce sujet, et de lui en faire un rapport: en conséquence, il voulut bien m'adresser à Rouen, le 24 juin 1780, le résumé suivant.

Avis de l'assemblée du conseil des Ponts et Chaussées sur les ouvrages du quai du port de Rouen.

246. Les sieurs Bouchet et de Chezy, chargés de faire ensemble un résumé des avis de MM. Peronnet, Bouchet, Tresaguet, Desvaux et Chezy, sur les ouvrages du port de Rouen, ayant lu et examiné avec beaucoup d'attention lesdits avis, ont trouvé qu'il en résultoit;

« Que, pour la continuation des murs de quai de ce port, la » méthode de fonder avec des caissons est préférable à toute autre;

» Qu'il convient d'établir la maçonnerie 3 ou 4 pieds au-dessous » des basses eaux;

» Qu'il faut incliner vers le terre-plein du quai les deux files » extérieures du pilotis des fondations;

» Qu'il est nécessaire de couvrir et de garantir le remblai au » devant du mur de quai, par un enrochement et perré, afin » d'empêcher absolument les affouillemens, qui sont la seule chose » à craindre;

» Qu'il n'est pas même absolument nécessaire de battre des pieux » de 24 pieds, ou environ, derrière le mur de quai, pour retenir » ce mur contre la poussée des terres par des tirans attachés soli- » dement, d'une part aux liernes des pieux, et de l'autre à la » plate-forme, ou au corps de la maçonnerie, vu les moyens » indiqués pour empêcher les affouillemens;

» Que les têtes des pilots chargés du poids de la plate-forme » et de la maçonnerie s'imprimeront dans cette plate-forme, qui » par-là les liera tous ensemble;

» Que la maçonnerie de chaque caisson, réunie par une voûte » exécutée immédiatement au-dessus des basses eaux, fera un en-

» semble suffisamment solide, quand même les plate-formes seroient » séparées à la rencontre de chaque caisson;

» Qu'enfin les dimensions des murs projetés sont telles qu'ils » ne pourront ni glisser, ni être renversés par la poussée des terres » qu'ils auront à soutenir.

» A Paris, le 20 juin 1780.

» *Signé*, BOUCHET et DE CHEZY. »

247. Enfin, l'Inspecteur de ces travaux fut remplacé par un Ingénieur qui avoit suivi les travaux de Saumur. Je fis alors construire, comme je le désirois depuis long-temps, un échafaud d'enceinte solide, pour porter la machine à scier, en supprimant les grands bateaux, et le recepage des pilots se fit avec plus de promptitude et de précision, ainsi que tout le service de la maçonnerie.

ARTICLE V.

Raccordement de la maçonnerie d'un caisson à l'autre.

PLANCHE XX.

248. J'AI dit précédemment que les décombres de l'ancien pont, qui se trouvoient dans le pertuis que j'avois comblé, m'avoient empêché de receper les pilots au-delà de deux pieds, pour les deux premiers caissons, mais le troisième et les quatre derniers furent fondés à 5 pieds seulement, et toujours par suite de l'économie qui me fut prescrite; cependant, la section de ces derniers pieux se trouvant de 3 pieds plus bas, il fallut procéder également au raccordement de cette différence de niveau pour celui

de la maçonnerie dans les fondations. J'avois disposé à cet effet la construction d'un arceau de 7 pieds d'ouverture, exécuté en pierre de taille, traversant d'une tête à l'autre toute l'épaisseur du mur de quai, dont les deux parties isolées formoient les culées: on voit qu'elles étoient composées de toute la masse d'une maçonnerie de 66 pieds de longueur, qui se trouvoient bâtie dans chacun des caissons contigus; enfin on l'avoit élevée par arrachement depuis le dessous des plus basses eaux.

249. On avoit l'attention, lorsque la maçonnerie d'un caisson étoit au-dessus des grandes eaux, d'en enlever les bords pour les replacer, comme il a été dit, sur le fond du caisson suivant, qui étoit disposé à cet effet dans les chantiers; mais, pour opérer leur réunion et leur contact bout à bout, on établissoit deux grandes pièces de bois, posées perpendiculairement dans les mortoises du chapeau de celui qui étoit échoué : le suivant étant encore à flot, étoit approché contre ces deux grandes pièces de bois, et comme il ne prenoit communément que 20 pouces d'eau, ces pièces lui servoient de conducteurs jusqu'au moment où la maçonnerie le plongeoit de 4 ou 5 pieds sur la section des pieux de fondation, où sa plate-forme s'appuyoit dans sa totalité. On conçoit avec quelle facilité on pouvoit diriger les alignemens de tous ces caissons, qui étoient toujours en équilibre avec le fluide, et que le flux de la mer auroit pu relever de quelques pouces, si on avoit eu besoin de les replacer plus régulièrement.

250. On pratiquoit également dans le dernier caisson une culée pour recevoir la voûte de l'arceau, ainsi qu'on le voit dans la planche XX. Lorsque la maçonnerie du nouveau caisson étoit absolument au même point que la précédente, on enlevoit les bords, et avec un petit cintre de charpente, calibré suivant l'espace qu'on trouvoit alors, et qui devoit former la voûte, on

posoit des voussoirs suivant l'ouverture laissée entre les deux culées. Ensuite, la maçonnerie et l'appareil du mur n'étant plus interrompue, elle étoit continuée de niveau jusqu'à la dernière assise, que l'on cramponnoit avec grand soin, pour qu'elle pût résister par la suite au roulage des marchandises qui devoient débarquer sur le quai.

251. L'intérieur de l'arceau, lorsqu'il n'étoit point destiné à former un aquéduc pour l'écoulement des eaux de la ville, étoit ensuite rempli de gros libages posés aussi bien que possible, et les deux ouvertures, quoique très-fermées du côté de la ville et de la rivière, se trouvoient totalement masquées par la masse des remblais. Les arceaux ne pouvoient, en aucune manière, préjudicier à la solidité du quai, ainsi que le prétendoient les critiques. J'ai maintenant, en faveur de cette méthode, l'expérience de 27 années pour la construction du mur de quai du port de Rouen, qui n'a pas cessé de se maintenir en bon état.

252. Le grand escalier de débarquement a été également et solidement construit sur 16 pieds d'épaisseur, avec une plateforme de 12 toises de longueur, pour supporter le massif des marches, le tout établi sur des pilots recepés à des hauteurs différentes, suivant l'élévation successive et nécessaire pour se raccorder au pavé, dont la superficie générale du quai devoit être recouverte après le tassement et l'affermissement du remblai total.

253. Du reste, on a forcé, autant qu'il a été possible, tous ces remblais en avant du mur, du côté de la rivière, en observant, comme je l'ai déja dit, de leur donner un talus de 60 degrés au moins, celui passé lequel les pierres dans l'eau ne glissent plus.

254. Cette méthode de fonder par caissons intéressoit infiniment l'académie des sciences et arts de la ville de Rouen, ainsi

que toutes les personnes instruites; elle attiroit sur nos travaux presque tous les voyageurs. Je citerai à ce sujet une anecdote que je pourrois consigner dans une simple note, mais que, par égard pour les illustres personnes qui en font l'objet, je rapporterai en détail dans le corps de ce recueil; elle tend à propager autant la nouvelle méthode des grandes fondations dans l'eau par caissons, qu'à faire connoître l'opinion des puissances étrangères sur l'utilité générale dont elle doit être, ce qui est le but essentiel de ce mémoire.

255. Le 4 juillet 1782, le Comte du Nord, depuis Paul Ier, Empereur de Russie, et la Comtesse, arrivèrent à Rouen. M. de Beuvron, Commandant, n'oubliant aucun des objets intéressans qui pouvoient satisfaire la curiosité de ces illustres voyageurs dans cette ville, eut l'attention de me présenter à leur audience, où ils me demandèrent à voir les travaux du port de Rouen.

256. Le 5, à huit heures du matin, le Prince et la Princesse se rendirent sur les travaux. Le Commandant et l'Intendant de la ci-devant Normandie les accompagnèrent, avec un grand nombre d'officiers et de spectateurs. Ils virent opérer la machine à scier jusqu'à 8 pieds seulement dans l'eau; elle coupa, en six minutes, un pilot de 16 pouces de grosseur : mais je l'avois fait receper exprès de 6 lignes plus haut que le niveau des autres pilots, en ayant prévenu d'avance le Comte du Nord, pour lui faire connoître toute la perfection de cette machine, que je fis remonter ensuite au-dessus de l'eau. Pendant cette petite manœuvre, l'un et l'autre me firent beaucoup de questions relatives aux travaux et à la manière de manœuvrer la machine à une grande profondeur. L'ayant fait redescendre, je lui fis attaquer de nouveau le pieu trop élevé, et couper devant eux une cale de 5 lignes d'épaisseur, que je leur avois annoncée. Cette opération, qui prouvoit évidemment la régularité

de la machine parut leur faire plaisir, sur-tout lorsqu'ils virent surnager les calles, qui, sur 16 pouces en tous sens (1), n'avoient que cinq lignes d'épaisseur.

257. La Comtesse du Nord me demanda s'il ne seroit pas possible d'avoir un modèle de cette machine : je lui représentai que M. l'Intendant, qui se trouvoit présent, étoit l'Ordonnateur des travaux, qu'elle pouvoit être persuadée que, dès qu'il connoîtroit ses désirs, il s'empresseroit d'y satisfaire. Cette demande, dont M. de la Millière, alors Intendant des Ponts et Chaussées, fut prévenu, ayant été accueillie comme elle devoit l'être; je reçus de lui l'ordre d'en faire exécuter le modèle en petit, qui fut remis trois mois après à l'Ambassadeur de Russie à Paris.

RÉSUMÉ.

258. De toutes les constructions hydrauliques dont j'ai été chargé, celle-ci m'a le plus particulièrement intéressé, non-seulement par les difficultés de travail que j'ai eu à surmonter, mais encore par les discussions auxquelles elle a donné lieu, et qui m'ont engagé à combattre toutes les opinions contraires à mes procédés, et notamment à celui de la méthode des caissons.

259. Je ne me suis point étendu sur les opérations générales relatives à la construction des caissons, à leurs appontemens, à leur mise à flot, et à leur remorque, parce que toutes ces manœuvres sont suffisamment détaillées dans l'historique des travaux du pont de Saumur; mais je croirois manquer à mes engagemens, si je ne cherchois pas à convaincre les Ingénieurs que cette méthode, après avoir encore été perfectionnée, sera très-

(1) Cette calle de bois est maintenant déposée au muséum de l'école des Ponts et Chaussées, à Paris.

avantageuse pour établir les fondations des ponts, des murs de quai, et même des écluses, à une plus grande profondeur, et les descendre aussi bas que les affouillemens peuvent avoir lieu; en un mot, qu'elle sera préférable aux procédés ordinaires des batardeaux et des épuisemens. La maçonnerie dans les caissons a tout le temps de prendre la consistance qu'on veut lui donner, avant d'être livrée et abandonnée à l'action de l'eau. On obtient de l'économie dans l'emploi du temps, et même dans la dépense, en évitant, au moyen de la célérité qu'on peut donner aux travaux, les grandes inondations des rivières, les glaces et les avaries qui s'ensuivent.

TROISIÈME SECTION.

PORT DU HAVRE.

ARTICLE PREMIER.

Réparations de l'écluse du bassin.

Planches XXI et XXII.

260. Les portes de la grande écluse du Hâvre, qui a 40 pieds d'ouverture, étant en très-mauvais état, le Roi ordonna en 1774 la construction de portes neuves, dont M. Lebœuf, alors Directeur des fortifications et de tous les ouvrages hydrauliques du port, fut chargé de presser l'exécution ; c'étoit d'elles, en effet, que dépendoit la tenue à flot des vaisseaux de guerre et de commerce dans l'intérieur du bassin, pendant les basses mers.

261. On mit d'autant plus d'empressement à l'exécution de ces travaux, que la ville du Hâvre en sentoit l'utilité. La précipitation qu'on y apporta, fit même commettre une faute, en chargeant, dès le premier moment, les portes de l'écluse d'une hauteur d'eau de 18 pieds. Par un effet bien naturel, les bois très-secs se renflèrent en peu de temps sur la largeur des deux ventaux, au point que ces derniers s'éloignèrent du heurtoir du bas, de 3 à 4 pouces : toute la charge de l'eau, formant alors une lame jaillissante en syphon d'environ 40 pieds de largeur, se fit jour pardessous les portes, et malgré leur pesanteur de plus de cent milliers

cette lame grossissant, souleva le busc, ainsi qu'une partie du radier, brisa les colliers, les crapaudines, et démolit environ 30 toises cubes de la maçonnerie les bajoyers. Enfin, la violence du mouvement qui fut imprimé aux navires qui étoient dans le bassin, fit rompre la plupart de leurs amares, et presque tous furent considérablement endommagés.

262. La totalité de l'eau retenue dans le bassin, formant un cube de plus de 10,500 toises, avec une masse d'un million dont la vitesse initiale due à 18 pieds de hauteur, a dû décroître lentement, puisque cette eau n'avoit d'issue que par une ouverture de 40 pieds; on se fait aisément une idée de la quantité de mouvement qu'elle a dû imprimer aux parties voisines du débouché, et des effets terribles qui ont eu lieu.

263. Le Directeur et les Officiers du génie militaire profitèrent des basses eaux pour débarrasser d'abord le passage de l'écluse et faciliter la sortie ainsi que la rentrée des navires; mais ce qui étoit regardé comme un des grands avantages du port du Hâvre, devenoit alors infiniment nuisible à ces opérations, c'est-à-dire que, le plein de la mer qui s'y conserve deux heures de plus que dans les autres ports de la Manche, ajoutoit aux obstacles qu'il falloit vaincre.

264. Le Ministre de la marine et les négocians du Hâvre présentèrent les plus vives réclamations auprès du Gouvernement pour la prompte réparation des ouvrages endommagés par cet accident. On évalua à plusieurs millions le dommage qu'il faisoit éprouver aux armateurs, sans y comprendre celui résultant pour eux, de l'absence des eaux du bassin pendant 18 mois employés à la réparation des portes.

265. M. Turgot, alors Contrôleur général des finances, voulant venir au secours de la ville du Hâvre, demanda au Directeur des

fortifications quel pourroit être le montant des dépenses de ces réparations. D'après l'aperçu qui lui en fut envoyé, la dépense s'élevoit à 160,000 livres, et les travaux exigeoient un espace de trois ans; le commerce, en étant informé, redoubla ses sollicitations auprès des Ministres de la marine et des finances.

266. Les Ministres de la guerre et de la marine représentèrent au conseil les pertes considérables qu'éprouvoit le commerce du Hâvre. Le Contrôleur général chercha définitivement les moyens d'accélérer des réparations aussi importantes.

267. Le Directeur du génie exposa qu'il n'avoit point à sa disposition des entrepreneurs assez intelligens pour faire le rassemblement des matériaux, qu'il manquoit particulièrement de carrières, etc.; alors M. Trudaine de Montigny, qui avoit fait une tournée au Hâvre et à Honfleur en 1772, et qui connoissoit l'activité des travaux de ce dernier port, proposa pour ce moment très-urgent le secours des Ingénieurs des Ponts et Chaussées de la généralité de Rouen; les trois Ministres y consentirent, et M. Turgot promit d'accorder les fonds nécessaires; il fut même décidé que les Ingénieurs des Ponts et Chaussées seroient chargés des travaux du port du Hâvre, comme ils l'étoient de ceux des autres ports de cette généralité.

268. En vertu des ordres de ces Ministres, il nous fut enjoint à M. Dubois, Inspecteur général, et à moi, Ingénieur en chef, de nous rendre, le 29 juillet 1776, au Hâvre, pour recevoir du Directeur des fortifications, qui en avoit été prévenu, tous les plans qui pouvoient être relatifs au bassin et aux travaux du port.

269. Nous commençâmes nos opérations le 30 juillet, de concert avec deux Ingénieurs des Ponts et Chaussées, MM. Gallot et Monfeu, chargés de suivre ensemble les détails des travaux. Ils consistoient d'abord à débarrasser l'écluse des décombres de la

maçonnerie, à enlever les bois du radier les plus endommagés, et à prendre les renseignemens indispensables pour reconnoître toute l'étendue du mal.

270. Je ne me dissimulai pas tout ce que cette mission réunissoit de délicat et de difficile à remplir; j'étois heureusement muni d'ordres assez étendus pour donner la plus grande activité aux travaux, et l'Intendant de la marine en avoit également reçu de très-positifs, pour me seconder en tout ce qui dépendroit de lui. J'ai dû à ce digne Administrateur, M. Mistral, toutes les facilités qui m'étoient nécessaires pendant le cours de mes opérations.

271. Le 24 août, au retour de ma visite des ports de Dieppe et de Fécamp, je me rendis au Hâvre, où je trouvai le radier de l'écluse entièrement débarrassé, et tous les arrachemens de la maçonnerie découverts. Mon premier soin fut de sonder ce radier construit suivant les principes de M. de Vauban. On lisoit sur une plaque de bronze placée entre deux assises inférieures, et que les épuisemens ont fait découvrir, que cette écluse étoit une des plus grandes qui eussent été exécutées jusqu'alors, et qu'elle l'avoit été par ordre du Ministre Colbert, etc., etc.

ARTICLE II.

Radier de l'écluse.

272. Comme le radier étoit la partie la plus endommagée de l'écluse, je cherchai les moyens de lui donner la plus grande solidité et le plus promptement possible, en forçant le nombre des travailleurs, et en profitant du peu de temps que la mer reste dans ses basses eaux. Je reconnus par des sondes, qu'il existoit deux planchers auxquels il étoit très-important de s'attacher d'une manière invariable, en

les rendant, s'il étoit possible, capables de résister à l'impétuosité des eaux; mais la situation locale, malgré des épuisemens forcés, ne me permit pas de découvrir le premier plancher; je ne trouvai pas même dans les procédés ordinaires de la charpente et de la maçonnerie, les moyens de solidité et de célérité que je cherchois. J'ai donc hasardé ceux de la serrurerie, n'osant point battre de nouveaux pilots, dans la crainte d'ébranler le reste de la maçonnerie des bajoyers.

Planche XXI. (*fig.* 1 et 2.)

273. Je remarquai, dans le cours des travaux, que d'anciens boulons, placés depuis plus de cent ans, n'étoient point encore corrodés par l'eau de mer. Cette observation fondée sur une expérience aussi certaine, me fit naître l'idée de me servir de grandes barres de fer, disposées d'un bout en forme de vis, pour former des tire-fonds AB, avec lesquels je pourrois descendre à telle profondeur que je le jugerois nécessaire, pour parvenir jusqu'au premier plancher de charpente, et m'y attacher sans aucune percussion; par ce moyen, j'ai pu lier le plancher avec les racinaux de l'ancien radier, jusqu'à 4 et 5 pieds au-dessous des madriers supérieurs.

274. Je suivis le même procédé pour poser la pièce principale du busc de 44 pieds de longueur, et elle fut engagée par ses extrémités dans la maçonnerie des bajoyers, et du reste, solidement fixée par des tire-fonds semblables aux premiers, et dont les longueurs varioient en raison des localités. Je ne crois pas devoir m'étendre sur leur construction. Le nombre des pas de vis pouvoit occuper 6, 8, et 10 pouces de longueur; on avoit préparé leur pose avec une tarrière plus foible, afin de donner à mordre aux tire-fonds; leurs têtes étoient carrées et calibrées sur une clef

AD plus ou moins longue, suivant la force dont on croyoit avoir besoin pour les assujétir solidement.

275. J'ai eu la satisfaction, dans les premières épreuves de ces procédés, de voir remonter la vase du fond par l'effet des clefs, combiné avec celui des tire-fonds, qui, rapprochant les deux planchers ensemble, ne formoient, pour ainsi dire, qu'un même corps. Cette expérience me détermina à répéter cet expédient sur toutes les pièces du radier, pour joindre le premier plancher qu'il m'avoit été impossible de découvrir par des épuisemens qui alors devenoient inutiles. J'ai même supprimé la majeure partie des chevilles de fer, pour employer de petits tire-fonds également serrés avec des clefs.

276. Quant au remplissage des cases du grillage en briques, il fut fait avec le meilleur mortier de ciment broyé sans eau; le reste du radier fut construit avec le plus grand soin dans toute sa superficie, ainsi que l'intervalle des deux buscs.

ARTICLE III.

Bajoyers.

277. La réparation des bajoyers en maçonnerie, demandoit un plus fort appareil d'assises, particulièrement pour tout ce qui touchoit immédiatement les chambres des portes, les colliers et crapaudines, et le recouvrement. Je n'entrerai point dans le détail de celle des autres parties, attendu qu'elles n'ont présenté qu'une suite de ces précautions qu'exigent tous les travaux qui se font à la mer, à une profondeur de 20 ou 24 pieds au-dessous du sol des villes.

278. La réparation des deux ventaux des portes étant faite,

les arcs en fer posés au-devant du busc avec toute la précision possible, pour recevoir les roulettes en bronze, et les crapaudines étant bien centrées, je fis toutes les dispositions pour placer les portes le 10 décembre suivant. L'Intendant de la marine et l'Officier Commandant la marine militaire me procurèrent tous les secours dont j'avois besoin pour cette opération difficile. Chacun des ventaux pesoit plus de 50 milliers. Les deux étant posés, je les fis ajuster devant moi et fermer à sec. J'eus soin qu'ils portassent avec précision contre le heurtoir du busc et sur toute la hauteur de l'angle busqué, ainsi que dans les doubles colliers et les crapaudines. Elles ne furent chargées d'abord que de 9 pieds d'eau pendant la basse mer. A la vive eau suivante, je les fis charger de 18 pieds, et depuis ce moment elles n'ont cessé de manœuvrer.

279. Si j'observe ici que j'ai fait en quatre mois dix jours, et moyennant une somme de 45,000 livres, une réparation pour laquelle on demandoit trois années de travail et 160,000 livres de dépense, c'est principalement pour faire juger du zèle et des talens des Ingénieurs qui m'ont secondé dans cette entreprise, et qui ont partagé avec moi les témoignages flatteurs de la satisfaction des habitans du Hâvre, de la chambre du commerce de Normandie, de M. Trudaine et des Ministres.

ARTICLE IV.

Pont tournant de 14 pieds de largeur sur la grande écluse de 40 pieds d'ouverture.

Planche XXIII.

280. L'ancien pont tournant, comme on peut le voir par le dessin de cette planche, n'avoit que 6 pieds de largeur. Il étoit uniquement destiné au passage des personnes de pied, des brouettes et des bêtes de somme. Il étoit alors en très-mauvais état. Pour prendre une idée du peu de solidité de l'ancien pont tournant, il ne faut que jeter un coup d'œil sur l'élévation; on concevra aisément que le trot d'un seul cheval devoit lui donner, et lui donnoit réellement, sur toute sa longueur, un ébranlement qui se propageoit dans tous les assemblages de la charpente, et qui tendoit continuellement à sa destruction. Ce fut même pour diminuer autant que possible les inconvéniens de cet effet, que la sentinelle avoit l'ordre de faire filer les bêtes de somme les unes après les autres, et souvent même, pendant certains jours, les personnes de pied.

281. Je fis part à M. Trudaine, qui m'ordonna en 1777 de faire le projet d'un nouveau pont tournant. Je m'en occupai sur-le-champ, je le présentai à l'assemblée des Ponts et Chaussées, qui l'approuva, et je reçus l'ordre de l'exécuter sans délai.

Description du pont tournant projeté.

Planche XXIV.

282. La grande écluse du Hâvre, par sa position, sépare la ville en deux parties à peu près égales. Il étoit important de donner à cette communication le plus de facilité possible pour le service des habitans, et de solidité pour le passage des voitures de toute espèce, sans interrompre celui des personnes de pied.

Je fixai donc la largeur de ce pont à 14 pieds hors d'œuvre, dont 8 pieds pour les voitures et trois de chaque côté pour les trottoirs. Il y avoit deux choses importantes à observer; la solidité du pont et en même temps la simplicité de la manœuvre, afin de procurer promptement aux navires l'entrée et la sortie du bassin.

Planches XXIV, XXV et XXVI.

283. Si l'on examine avec attention le plan supérieur du nouveau pont et de ses abords, on reconnoîtra, 1°. que les huit pieds de largeur destinés aux voitures, sont préparés de manière que les roues ne puissent porter que sur les garnitures en fer posées à cet effet; que le milieu, pour la marche des chevaux, est recouvert d'un double plancher de bois d'orme ou de sapin, qui, étant d'une nature plus fibreuse que cassante, doit assurer la marche des chevaux et exiger moins de réparations; 2°. Que les trottoirs, de trois pieds de largeur, suffisent pour le passage continuel de deux personnes, marchant même en sens contraire, au moyen de ce que la sentinelle empêche les rassemblemens ou les groupes sur ce pont.

284. La clarté des dessins me dispense de m'étendre davantage

sur les détails de construction de ce pont, dont le devis, que je supprime, est facile à rédiger. Il me suffira de renvoyer à ce plan, lorsqu'il sera question du mouvement de l'ouverture du pont pour le passage des vaisseaux.

284. Dans la manœuvre de l'ouverture, il étoit essentiel de maintenir le poids des quatre volées dans le plus parfait équilibre, pendant leur mouvement de rotation sur leur pivot central. La principale raison en est que la largeur des quatorze pieds du pont ne pouvoit être soutenue que sur les roulettes. On leur donna une proportion convenable au poids, en observant que l'extrémité des volées du pont tournant du côté des terres, fût engagée au moins de 6 pouces dans une gorge circulaire de pierre de taille, faisant partie de la maçonnerie des bajoyers du pont, pour les fixer dans leur situation horizontale, et toujours au niveau du pavé. Il importoit sur-tout que cette gorge fût disposée de telle sorte que ces volées, y étant engagées, ne pussent que s'abaisser, sans jamais s'élever au-dessus du pavé, effet que l'on obtenoit au moyen d'une vis B, ainsi qu'on va le voir.

ARTICLE V.

Manœuvre du pont tournant.

Planches XXIV, XXV et XXVI.

286. Deux boîtes AA, étant chargées d'un poids plus que suffisant pour tenir en équilibre sur son pivot chaque volée soutenue à son centre de gravité par une vis B, on conçoit qu'en relevant cette vis, le poids de chaque boîte agissant des deux côtés à la fois, et sur les abouts des volées MM du milieu du pont, elles

se relèvent en dégageant le dessus SR des supports; alors, en tirant les verges OT indiquées sur les dessins, on conduit facilement chaque support dans l'encastrement qui lui est préparé dans les bajoyers, comme on le voit par la coupe du pont, où l'on remarque encore que, pour faciliter la manœuvre du hallage des vaisseaux, et pour prévenir les accidens que pourroit occasionner l'affluence des spectateurs, toutes les grilles peuvent être fermées.

287. Cependant, j'ai pensé que pour l'intelligence de la manœuvre du pont, je devois laisser apercevoir sur le dessin les deux différentes situations des supports, l'une dans le cas où ils sont encore chargés de la volée, et l'autre, lors de leur encastrement où ils ne produisent aucune saillie qui puisse nuire au passage des navires.

288. On doit remarquer encore que la pièce supérieure des supports est terminée par un grand coin de bois de 12 pieds de longueur, engagé dans une rainure qui lui permet de glisser en avant et en arrière, pour pouvoir rectifier le gauche qu'on doit craindre dans les volées d'un pont, par l'effet de l'élasticité et du changement dans le volume des bois sur lesquels la chaleur et la pluie agissent d'une manière sensiblement contraire. Alors, profitant du moment de l'ouverture du pont où les supports sont dans leurs encastremens des bajoyers, on peut avancer le coin RS, ou le reculer, suivant le besoin. Par ce moyen, je suis parvenu à lui donner la plus grande solidité.

ARTICLE VI.

Epreuve à laquelle ce pont a été soumis.

289. Il a résisté à des transports multipliés et d'un poids énorme qu'il étoit facile de faire parvenir également dans le port, en les faisant passer autour du bassin.

En 1778, la guerre avec les Anglais ayant déterminé le Gouvernement français à faire les préparatifs d'une descente en Angleterre, la ville et le port du Hâvre furent désignés comme un des principaux points du rassemblement des vaisseaux de transport destinés à l'embarquement. La citadelle fut remplie, en peu de temps, de trains d'artillerie et de munitions de guerre de toutes espèces par ces mouvemens extraordinaires, la population de la ville ne tarda pas à être presque doublée. La fréquentation journalière du pont tournant devint donc considérable.

290. Des ordres furent donnés pour charger d'artillerie et de munitions les navires de l'avant-port, qui, alors, étoient au nombre de plus de cent. Le Commandant de la place et le Directeur des fortifications, comptant sur la solidité du nouveau pont tournant, y firent passer, des arsenaux de la citadelle, plus de cent soixante pièces de canon avec leurs attelages, des mortiers et une multitude d'autres bagages très-pesans. Tous ces préparatifs ayant été suspendus, quelque temps après, on fit repasser sur le même pont tournant plus de la moitié de ces objets pour les replacer dans l'arsenal de la citadelle.

291. On peut conclure de là que le système de la composition de ce pont tournant présentoit une grande solidité. Il eût été à désirer qu'on n'en abusât pas pour des transports qui pouvoient

compromettre la durée de cet ouvrage. Quoi qu'il en soit, plus de vingt ans se sont écoulés depuis la construction de ce pont, sans qu'il ait été besoin de renouveler une seule pièce principale, et néanmoins l'entretien en a été singulièrement négligé : on peut même dire qu'il a été entièrement sacrifié à l'empressement avec lequel on s'est exclusivement occupé de la construction des nouveaux ouvrages du port.

ARTICLE VII.

Résumé des opérations.

292. La réparation de l'écluse du Hâvre faisant partie des travaux hydrauliques dont j'ai été chargé, et ayant été nécessitée par un évènement extraordinaire, j'ai pensé que, dans ce recueil d'expériences, j'en devois développer les causes, ainsi que les procédés que j'ai employés dans l'exécution des ouvrages. J'ai dû par suite donner connoissance du système de charpente d'un pont tournant qui a subi, comme on vient de le voir, une des plus grandes épreuves auxquelles un édifice de ce genre pût jamais être exposé. Je pense ne pouvoir mieux terminer cet article, qu'en mettant sous les yeux des Ingénieurs un projet général pour le port du Hâvre, projet qui coïncideroit parfaitement avec les ouvrages commencés. Je vais cependant en faire précéder l'exposition par les observations suivantes.

ARTICLE VIII.

Observations sur divers projets présentés au Gouvernement pour l'amélioration du port du Hâvre.

293. En 1778, M. de Cotte, Directeur des Ponts et Chaussées, me donna ordre de faire, sur l'amélioration du port du Hâvre, qu'on désiroit rendre propre à recevoir des vaisseaux de guerre du second rang, sur son agrandissement, et en même temps sur celui de la ville, un projet général combiné toutefois avec le système de fortifications que proposeroient les Officiers du génie militaire, auxquels on devoit communiquer le mien. Je l'adressai à M. de Cotte le 4 janvier 1779.

294. M. Dubois, Inspecteur général, en fit un de son propre mouvement, sans ordre particulier du Directeur. Ils furent d'abord envoyés l'un et l'autre à l'examen de M. Fourcroix, Directeur du génie, puis à M. Grognard, Ingénieur général des constructions des vaisseaux de guerre. On me fit ensuite part de leurs observations, auxquelles je répondis le 16 octobre 1779.

295. Les deux objections principales auxquelles je devois répondre, étoient, 1°. que dans la vue d'offrir aux vaisseaux de guerre la plus grande hauteur d'eau possible dans les bassins, je m'étois trop porté du côté du large pour établir tous les travaux qui pouvoient, à la vérité, se trouver assez favorablement placés, sous ce rapport, mais qui étoient beaucoup trop exposés, ainsi que les vaisseaux.

296. Ma réponse fut, qu'ayant appris par la tradition du pays, que la tour de François Ier. formoit, il y a près de trois

siècles (1), l'entrée du port que l'on fermoit toutes les nuits, en tendant une chaîne depuis cette tour jusqu'à celle du Vidame, et que la véritable entrée du Chenal se trouvant alors à l'extrémité des jetées, à plus de 500 toises en avant du côté du large, j'avois pensé qu'il falloit suivre la mer qui s'éloigne de la ville, et, autant que les localités le permettroient, fixer l'entrée de l'écluse entre ces deux tours, où la mer s'élève de 24 pieds dans les marées d'équinoxe; ce qui assuroit la possibilité d'y recevoir des vaisseaux de guerre.

297. La deuxième objection étoit que je m'exposois également aux effets du bombardement que l'ennemi pouvoit établir dans la rade.

298. Ma réponse fut que l'ennemi s'exposeroit lui-même aux bombes qu'on pouvoit lui lancer de la terre ferme, avec des batteries moins mobiles ou plus stables que les siennes; qu'on devoit se rappeler qu'au dernier bombardement du Hâvre, nous n'avions, sur un front de plus de 1,800 toises, que 5 à 6 mortiers, pour répondre au feu de la flotte anglaise, et que, malgré ce peu de moyens, il n'a pas été possible à cette flotte, quoique bien embossée, de causer de grands dommages à la ville du Hâvre.

299. Le 2 septembre 1781, M. Le Baron de Bombel, capitaine

(1) C'est en 1509 que François Ier fit construire cette tour, sur la porte de laquelle on voyoit encore, il y a quelques années, les restes de la statue équestre de ce prince, qui n'avoient pas été entièrement détruits par le temps. Il résolut, en 1520, de former du Hâvre une ville principale, à laquelle il donna son nom de François de Grâce. Il la fortifia pour rassembler en 1545 une armée navale de cinquante gros vaisseaux ronds, soixante flovines, et vingt-cinq galères. Il avoit fait armer cette flotte, la plus considérable qui fût encore sortie de nos ports, pour aller investir, par mer, la ville de Boulogne, prise par les Anglais sous Henri VIII, leur Roi, tandis que le Maréchal de Retz l'assiégeoit par terre. Cette entreprise ne réussit point, et la flotte se perdit à l'embouchure de la Seine, par la faute des pilotes.

des vaisseaux de guerre, reçut ordre du Gouvernement de vérifier les sondes de la rade du Hâvre, comparées à celles qui avoient été faites du temps du maréchal de Vauban. Le mouillage en étoit protégé par le feu de la Citadelle, édifice que je désirois conserver, comme le seul que nous eussions en ce genre depuis Dunkerque jusqu'à Saint-Malo.

300. Je communiquai mon projet, suivant l'ordre que j'en avois reçu, à cet habile et savant marin. Il approuva beaucoup, ainsi que M. Borda, mon idée de porter les travaux du côté du large, comme aussi de changer la direction du Chenal, portée trop au sud-ouest, pour la remettre plus au nord; mais les dépenses leur parurent à tous deux trop considérables, pour opérer ce changement à la suite d'une guerre aussi coûteuse.

301. Pendant cette campagne, il fut fait, par l'Ingénieur en chef des fortifications, divers projets pour l'aggrandissement de la ville, et dans une partie diamétralement opposée à celle que j'avois choisie; car on se jetoit du côté des terres, en s'éloignant beaucoup de la mer, malgré une perte certaine de plus de 10 pieds de hauteur d'eau pour les vaisseaux de guerre. Enfin, on obtint la démolition de la Citadelle bâtie par Vauban, sur un système de défense très-régulier.

302. Le 9 février 1782, M. de la Millière, Directeur des Ponts et Chaussées, forma un comité pour examiner tous ces projets. Après une très-longue discussion, ils furent remis à M. Peronnet, notre premier Ingénieur, pour avoir son avis, qui fut ensuite communiqué séparément à tous les Inspecteurs généraux. M. de la Millière se chargea de faire un résumé pour le conseil des Ministres.

303. Le Gouvernement, sur les observations des Ministres de la guerre et de la marine, voulut consulter l'Académie des sciences.

Le choix des membres tomba sur MM. de Borry, chef d'Escadre, Condorcet, Bossut et Bezout.

304. J'eus avec eux plusieurs conférences tant au Hâvre qu'à Rouen. Il ne m'appartient pas de parler de l'approbation qu'ils donnèrent à mes vues. Je ne puis néanmoins laisser ignorer, pour l'intérêt même de la chose, que ces Académiciens confirmèrent, par leur suffrage, la conviction dans laquelle je suis que mon projet réunit le plus d'avantages sous tous les rapports; car, en rendant ce port aussi favorable à la marine militaire qu'au commerce, il assure l'intégrité de notre territoire, en même temps qu'il contribue à l'accroissement des richesses nationales, et à la prospérité publique.

305. Comme j'étois alors chargé de la direction des travaux de la rade de Cherbourg, et que ces travaux m'occupoient entièrement, M. Dubois, Inspecteur général, fut chargé, avec ce titre, de la direction particulière de ceux du port du Hâvre. Il eut pour coopérateur M. Lamandé, Ingénieur en chef, mon successeur dans la généralité de Rouen. Différentes contestations de la part des négocians et des marins de la ville du Hâvre, s'élevèrent en 1790, et furent prolongées jusqu'au 2 août 1792. On proposa divers changemens dans l'ensemble du projet de M. Dubois, projet qui avoit été adopté, mais qui pouvoit retarder l'exécution des travaux commencés. M. de la Millière voulut bien me consulter sur ces objets importans pour la marine militaire et commerciale. Je ne tardai pas à lui adresser mes observations.

306. Le nouvel examen général que je fis de tous les projets du Hâvre, et le désir que j'avois de répondre avec plus de précision aux demandes des habitans de cette grande ville, me firent revenir sur les premières idées que j'avois communiquées à

M. de Bombel en 1781. Je cherchai même à profiter des avantages du mouillage de la rade qu'il avoit reconnus. J'avois le plan des sondes qu'il avoit bien voulu me confier. Alors, appliquant mes premières idées aux travaux déja commencés, sans rien changer à leurs dispositions, et dans la vue de les conserver, je rédigeai un nouveau plan relatif aux travaux qui restoient à faire dans le projet adopté en 1782. J'espère qu'on en verra avec intérêt la description dans ce recueil, et que l'on reconnoîtra les grands avantages qui résulteroient de son exécution, si jamais on pouvoit la réaliser.

ARTICLE IX.

Observations sur les changemens proposés par la ville du Hâvre, le 2 avril 1791, relativement aux travaux du port, adoptés en 1787 (1).

OBJECTIONS (2).

Planche XXVII.

307. Toutes les objections portent sur la difficulté que les navires éprouvent en entrant dans le port par un gros temps, qui

(1) Quoique je paroisse m'éloigner du but que je me suis proposé, de ne présenter dans ce recueil d'expériences que des travaux hydrauliques exécutés, cependant, le projet dont je vais donner la description étant disposé pour faire partie des ouvrages qui sont maintenant en activité dans ce port, il ne peut qu'être intéressant pour les Ingénieurs qui voudroient connoître tout ce qu'exigent les besoins journaliers d'un grand port de commerce comme celui du Hâvre.

(2) Toutes les pièces de cette affaire, avec les mémoires de la ville du Hâvre et le projet de M. de Gaulle, ont été renvoyés le 15 novembre 1791 à M. de Cessart, pour avoir son avis.

est plus fréquent au Hâvre que dans tous les autres ports de la Manche (1).

308. Si l'on en recherche la cause, on l'aperçoit en comparant les directions des entrées des ports de Dunkerque, Graveline, Calais, Tréport, Dieppe, Saint-Vallery, Fécamp, Honfleur et Cherbourg, avec celle du Hâvre; on reconnoît que ces entrées sont dirigées vers la partie du nord-ouest, dans laquelle le vent se fixe rarement, qu'au contraire la direction de celle du Hâvre est seule au sud-ouest, située à 600 toises au-delà de la Falaise, qu'elle est très-découverte et battue par les trois quarts des rhumbs de vent, depuis le nord-ouest jusqu'à l'est, enfin que la direction des vents régnant dans la Manche, est telle que ceux du sud-ouest enfilent le Chenal d'un bout à l'autre sur 500 toises de longueur, ce qui rend et rendra toujours difficiles l'entrée et la sortie de ce port.

309. Par cette disposition, un navire à trois mâts, entrant avec une vitesse quelconque, ne fût-ce que par un bon-frais, conserve trop long-temps son aire de vent pour le peu d'espace qu'il a à parcourir dans la longueur du Chenal, particulièrement pendant les gros temps qui, comme nous l'avons dit, sont très-fréquens sur ces parages. La côte de Normandie, éloignée de 3, 4 et 6 lieues, étant très-découverte et plate, donne un libre cours aux vents qui viennent de la partie du sud-ouest; d'où il résulte très-souvent que les navires entrant, quoique rallentis dans leur marche par des ancres

(1) *Extrait des archives de l'hôtel de ville du Hâvre.*

Lorsque Henri II succéda à François Ier, en 1562, il fut reconnu que la direction de l'entrée du Hâvre au sud-ouest étoit trop exposée aux vents traversiers nord-est et sud-est: il y eut alors de grandes discussions entre les Officiers de la marine et les ingénieurs. On chercha, d'après les mêmes observations, à y remédier sous le règne de Louis XIV, en construisant les jetées, partie en maçonnerie, partie en bois; mais la même direction subsiste encore.

de retenue qu'on jette à plusieurs reprises, vont se briser sur les ouvrages avancés de la citadelle, ou sur l'écluse de la Barre.

310. Pour remédier à cet inconvénient majeur, on a proposé, dans la formation du projet adopté en 1787, d'établir dans les 400 premières toises de la longueur du Chenal, des claires-voies en charpente, avec des plans inclinés pour briser la mer, semblables à ceux que j'avois proposés en 1775 pour la nouvelle entrée du port de Dieppe, avec la différence que ces claires-voies étant continuées sur 60 et 100 toises de longueur, offroient, lors de la pleine mer, une largeur de 300 pieds entre leurs bases et les sommets des plans inclinés. Au Hâvre, le local ne permettant pas de réunir de si grands avantages, il a fallu imaginer des moyens plus compliqués pour tirer parti des claires-voies, sur les effets desquelles nous n'avons encore que des probabilités, fondées sur quelques expériences locales, mais qui ne sont appuyées ni sur des principes hydrauliques, ni sur des preuves assez évidentes de succès, pour tranquilliser les marins. D'ailleurs, l'emplacement n'est pas favorable, car elles occuperoient un si grand espace dans l'avant-port, qu'elles nuiroient infiniment aux manœuvres indispensables pour l'entrée et la sortie du port.

311. Cependant, pour rompre la direction que le vent conserve à chaque navire au moment de son entrée, on a déjà employé un moyen qui paroît devoir réussir, et dont la ville du Hâvre demande une plus grande extension; c'est un renforcement ou aggrandissement de l'avant-port pratiqué dans le poulier où étoit située la fosse aux mâts, appelée la Floride; cet emplacement facilitera l'évitage des navires qui, entrant d'un vent forcé, pourront se soustraire à la direction de leur aire: il suffira de faire une manœuvre simple, et qui, dans la suite, sera bien connue des pilotes.

312. Mais, en supposant cet aggrandissement de l'avant-port, la nouvelle écluse de la Barre, malgré ses doubles portes d'hebe et de flots, n'en seroit pas moins exposée aux coups de mer, si les claires-voies ne répondoient pas aux effets qu'on en attend : l'entrée du bassin de la Barre qui doit être le seul et unique passage des navires de guerre et de commerce, pour se rendre soit dans le grand bassin d'Ingouville, soit dans le canal d'Honfleur, deviendroit souvent impraticable, ou les manœuvres en seroient très-longues, et occasionneroient des avaries aux grands navires. Ce passage seroit encore un sujet d'inquiétude pour la marine militaire et les gros navires de commerce.

313. Quant à l'article du projet de 1787, concernant la construction d'une nouvelle écluse, vis-à-vis de la Romaine, la commune du Hâvre a demandé qu'elle ne fût point exécutée, et l'on seroit d'autant plus porté à accueillir cette demande, que le port jouiroit alors, comme aujourd'hui, de l'avant-bassin actuel, où les navires, déja en sûreté, attendent le moment favorable pour passer par l'écluse du bassin.

314. Le principal motif du projet de l'écluse de la Romaine, étoit le peu de largeur du passage de celle du bassin actuel : de 40 pieds, on vouloit le porter à 42, et faire un enfoncement de 3 pieds au radier, pour obtenir 20 pieds au-dessous des plus grandes vives eaux, hauteur nécessaire au tirant d'eau des frégates de 40 canons, ou des plus gros navires de commerce. Je crois les moyens de remédier à ce défaut de largeur et de profondeur faciles à exécuter.

Comme les bajoyers de l'écluse de ce bassin ont 18 pieds d'épaisseur, il sera très-facile, avec le temps et les soins nécessaires, d'en retrancher par le haut 1 pied de chaque côté, à la hauteur des maîtres-beaux des plus gros navires, et de former ensuite dans le

milieu du radier une rigole ou cunette, de 6 pieds de largeur, sur la profondeur nécessaire pour contenir la quille des vaisseaux, comme l'Ingénieur Lindu l'a exécuté aux nouvelles formes de Brest. Alors ce passage seroit parfaitement conforme à celui de la nouvelle écluse du bassin d'Ingouville, et l'on éviteroit, par cette opération, plus d'un million de dépense, en même temps que l'on se procureroit l'avantage d'une plus prompte jouissance.

315. Le seul inconvénient que nous laisserions subsister comme aujourd'hui, c'est que, pour l'embarquement et le débarquement des marchandises, on sera toujours obligé de faire un circuit pour se rendre du quai de la Romaine à l'écluse de la Barre, et au nouveau quartier de la Citadelle. Mais ce qui détermine à suivre ce contour, c'est la connoissance que l'on a du terrain du quai de Marimotte, qui est sans consistance, et qui fléchit sous la charge des maisons de bois; or, ce terrain vaseux se trouve le même dans toute la longueur; d'où il suit que le passage projeté depuis l'écluse de la Barre jusqu'à la Romaine, nécessiteroit des moyens de construction qui, de quelque nature qu'ils pussent être, seroient très-coûteux, et dont la réussite paroîtroit encore douteuse. Il est aisé de se convaincre de ces vérités par l'examen des bâtimens de la Romaine, qui ont tassé visiblement depuis leur construction.

316. Quant à l'aggrandissement de l'avant-port dont la ville demande une extension de 25 toises du côté de la Citadelle, et autant du côté de l'est où les maisons sont de peu de valeur, on ne peut voir qu'un très-grand avantage dans ce projet, sur-tout si l'on conserve assez de terrain pour construire, dans le pourtour des nouveaux quais, des maisons de 30 pieds de hauteur, pour mettre les navires à l'abri des vents de toute la partie de l'ouest jusqu'à l'est; car c'est dans un avant-port que les navires, venant du large, doivent trouver du calme et leur première sûreté; on ne

sauroit donc trop désirer la confection d'une pareille enceinte garnie de maisons ou de magasins.

317. L'augmentation de la retenue seroit sans doute très-avantageuse, mais il faudroit alors ne rien changer aux claires-voies, afin de forcer la mer à se briser entre elles. Si l'on exécute le projet de 1787, il seroit aussi d'une sage prévoyance de donner plus de saillie à la claire-voie du côté de Notre-Dame, pour couvrir la nouvelle écluse de la Barre; ou bien on pourroit tout simplement porter cette écluse de toute son épaisseur, du côté du quai de Saint-François, pour la soustraire à la direction du flot de la mer montante, auquel elle aura peine à résister par un gros temps, comme je viens de l'observer.

En général, les ouvrages qui restent à faire, suivant le projet de 1787, exigent une étude particulière, un soin très-suivi dans les détails d'exécution, et du courage pour s'élever au-dessus de l'esprit de critique des personnes qui ne connoissent pas toujours les difficultés des travaux de cette espèce.

ARTICLE X.

Projet à examiner.

PLANCHE XXVII. (*Feuille de retombe.*)

318. POUR répondre à toutes les réclamations des marins et du commerce du Hâvre, il faudroit, dans l'examen des divers projets, y apporter un esprit froid, ferme, et sur-tout dégagé de tout parti : je pense qu'il seroit à propos d'en revenir à une idée que j'avois conçue en 1781, d'après une étude réfléchie des sondes de la rade du Hâvre, qui m'avoient été communiquées par M. Bombel,

Capitaine de la marine militaire, dans le temps où il venoit de les prendre pour vérifier le mouillage indiqué anciennement par Vauban, entre le banc de l'Eclat et celui d'Amfart; on y observe que les profondeurs à basse mer, sont encore les mêmes depuis plus de cent ans; il en résulte que, près du rivage, depuis la pointe de la Citadelle jusque vis-à-vis le Hoc et dans toute la partie de l'est, il se trouve à la basse mer 7, 8, 12, et jusqu'à 15 pieds d'eau sur 2,400 toises de longueur parallèlement au bas-fond du large.

319. M. Trudaine m'ayant chargé alors de faire des projets pour l'amélioration du port du Hâvre, en même temps que je m'occupois de ceux de la nouvelle passe de Dieppe, je conçus l'idée d'ouvrir aussi une nouvelle passe dans l'est du port du Hâvre, où les vents sont en général moins violens que dans la direction de l'entrée actuelle. J'en fis part à M. Bombel, en le priant de me donner son avis. Il trouva mon idée très-bonne, mais trop grande, et d'une dépense considérable, au moyen de ce qu'il falloit traverser en totalité l'emplacement de la Floride et détruire une partie des ouvrages avancés de la Citadelle, qu'il étoit question alors de conserver, et qu'on n'auroit jamais dû démolir.

320. Néanmoins cet Officier regardoit l'entrée actuelle comme dangereuse; il blâmoit souvent les pilotes lamaneurs, d'agir avec une sorte de vanité qui les portoit à donner trop de voiles aux navires, afin d'entrer, comme en triomphe, dans le port, et de montrer par là leur habileté, en employant tout l'air du vaisseau, sans calculer les évènemens et les suites de leur marche. En effet, en supposant à un navire une vitesse réduite de trois lieues à l'heure, sa marche étant de 100 toises par minute, elle lui fait parcourir, dans ce cas, les 500 toises du Chenal et de l'avant-

port en 5 minutes. Certainement cette manœuvre exécutée avec un vaisseau à trois mâts est très-brillante, mais peut-elle toujours se faire avec précision par un gros temps?

321. J'ai entendu dire à cet habile marin qu'il aimeroit mieux qu'on entrât dans les ports de commerce, où les navires sont fins et les cargaisons précieuses, avec un hallage composé d'un nombre suffisant d'hommes bien dressés à cette manœuvre, comme dans les ports dont j'ai parlé au commencement de ce mémoire; alors on seroit certain d'éviter beaucoup d'avaries.

Dans ces circonstances, ne pouvant me dissimuler que la partie de mon projet relative à la nouvelle passe éprouveroit de grandes contradictions, je crus devoir abandonner, pour le moment, cette idée, en m'attachant à la perfection de celui que j'avois déja adressé à M. de Cotte, le 10 décembre 1779.

322. Cependant ne perdant point de vue les inconvéniens de l'entrée du Chenal, et convaincu qu'il étoit toujours nécessaire d'y faire quelques changemens, je priai le Capitaine Bombel de vouloir bien entendre les marins-pratiques du Hâvre sur différens points dont je lui fis part.

323. Cet Officier qui désiroit vivement tout ce qui pouvoit améliorer le port du Hâvre, fit assembler chez lui, le 30 août 1781, les pilotes de première classe et les marins les plus expérimentés. Il les consulta particulièrement sur la direction de l'entrée. Ils convinrent unanimement qu'elle seroit beaucoup mieux dans l'ouest-sud-ouest, où, dirent-ils, les vents ne se fixent jamais plus d'une heure de temps, au lieu que l'entrée actuelle est absolument en plein sud-ouest, dans la direction des vents violens qui règnent le plus ordinairement dans cette partie de la Manche.

324. Il leur proposa aussi d'examiner quelle étoit la distance où il seroit possible de changer la direction d'un vaisseau qui,

ayant toutes ses voiles carguées, auroit acquis, par un bon frais, une vitesse de trois lieues à l'heure, en entrant dans le Chenal. Plusieurs pilotes estimèrent qu'il faudroit trois encablures de longueur, ou 300 toises, avec un espace libre et aussi grand que l'ancien bassin, pour le faire changer d'air et amortir sa vitesse, de manière qu'il ne pût forcer ses ancres, ni casser ses amarres.

325. J'ai, en conséquence, regardé cette décision des pilotes, qui certainement doit prévaloir sur beaucoup d'autres, comme une donnée à suivre dans le projet que j'ai envoyé à l'assemblée des Ponts et Chaussées, en août 1781, et dans lequel je proposai ce qui suit :

326. 1°. De prendre pour direction de l'entrée du Chenal du Hâvre que je changeois, celle de l'ouest-sud-ouest, où les vents ne se fixent qu'une heure ou deux au plus.

2°. De donner au Chenal au moins 350 toises de longueur pour la course des navires, afin de répondre à une vitesse de trois lieues à l'heure, ou de 100 toises par minute, temps que l'on croit suffisant pour carguer les voiles.

3°. Enfin, de disposer, autant qu'il seroit possible, dans l'avant-port, un espace libre de 5 à 6000 toises superficielles, où les navires pussent changer de direction et virer de bord.

327. Revenons maintenant à l'ancienne idée que j'avois communiquée au Capitaine Bombel, en août 1781. J'ai lieu de m'attendre à de fortes discussions de la part des personnes attachées au local actuel; mais je les prie de vouloir bien me suivre, en ne perdant point de vue les principes hydrauliques, les avantages nautiques, et les détails économiques essentiellement liés avec l'exécution de ce projet. J'espère qu'alors elles ne me jugeront pas légèrement, et ne me condamneront pas sans avoir bien réfléchi sur des motifs qu'il leur seroit difficile de combattre avec succès.

328. Je suppose que la nouvelle entrée du Hâvre soit ouverte, suivant l'esquisse ci-jointe (1), dans la direction de l'est-sud-est, où les vents sont certainement rares et peu violens. On voit que, d'après celle qui avoit été choisie par les pilotes de ce port le 30 août 1781, dans l'ouest-sud-ouest, à 67 degrés $\frac{1}{2}$ de la méridienne, je prends pour règle d'établir dans l'est une direction également éloignée de 67 degrés $\frac{1}{2}$ de la méridienne.

329. On observera d'abord que le mouillage, dans la direction que j'adopte, seroit infiniment supérieur à celui de la passe actuelle, et à celle qui avoit été proposée par les pilotes. On y trouvera à basse-mer 6, 8, 14 et 15 pieds d'eau, soit que les navires viennent du large, de la partie de l'ouest ou du sud-ouest, soit qu'ils viennent du sud-est et de l'est. Si l'on prolonge le grand mouillage du large de 20 à 30 pieds, on est assuré, en y ajoutant les 18 pieds pour le flux des vives eaux, d'avoir à la pleine mer 24 pieds d'eau dans la passe, et dans les grands fonds du large 36 à 48 pieds pour les vaisseaux de cent canons (2).

330. Avant de comparer, comme nous le ferons par la suite, l'ancienne entrée à cette nouvelle, suivons les navires qui entreroient par cette dernière, de pleine mer, soit de vive-eau, soit de morte-eau, en venant du large ou de terre, avec le courant de la rivière de Seine.

331. Ces navires, poussés d'un vent de sud-est ou d'est-sud-est, parcourront, 1°. avec leur air de vent, ou par un hallage facile, 450 toises du Chenal, avant d'entrer dans un avant-port

(1) Il faut avoir sous les yeux le plan du Hâvre et le nouveau projet. (*Voyez* planche XXVII.)

(2) Un vaisseau de cent canons ne tire que 24 pieds d'eau, étant chargé de tout son équipage et de 6 mois de vivres.

de 28,000 toises superficielles, environné de maisons assez élevées pour les protéger contre tous les vents du large.

2°. Comme la haute mer conserve son plein deux heures de plus au Hâvre que dans les autres ports de la Manche, et qu'alors la mer est étale, les écluses ne pouvant en être tourmentées, s'ouvriroient et se fermeroient avec la plus grande facilité; et les navires entreroient et sortiroient des bassins avec la même liberté; avantages infiniment précieux pour les vaisseaux de guerre, et pour ceux de commerce, plus fins et plus susceptibles d'avaries.

3°. Si les navires sont chargés pour les maisons de commerce situées dans l'avant-port, ils auront un développement de quai de 700 toises de pourtour, sur 30 et 60 pieds de largeur, où ils trouveront l'emplacement de cent vingt navires de bout à quai; et dans un temps de presse, ces navires sur plusieurs rangs, pourront se doubler ou se quadrupler, en laissant encore un espace immense dans le milieu de l'avant-port pour les différentes manœuvres des navires entrans ou sortans.

4°. Enfin, lorsque ces premières dispositions de l'avant-port seroient terminées, il seroit facile de fermer l'ancienne entrée par une digue très-solide, et de procéder ensuite aux moyens d'établir les chasses de la retenue entre la tour de François Ier et celle du Vidame, pour faire courir les eaux dans tout l'avant-port, d'où elles se porteroient dans les 450 toises du Chenal avec une vitesse capable d'en prolonger la longueur et la profondeur au moins du double du côté du large.

332. Quant à la dépense, en la comparant avec celle qu'entraîneroit l'exécution de la passe suivant le projet de 1787, on trouvera que l'économie doit faire adopter celle que je propose.

333. L'aggrandissement de l'avant-port dans le poulier de la Floride, que la commune du Hâvre a demandé comme additionnel

au projet de 1787, mérite une attention toute particulière. Son exécution ne laisseroit plus qu'un massif de 60 toises d'épaisseur à déblayer pour sortir de l'enceinte de la ville du côté de l'est; voilà donc une disposition qui favorise l'exécution du percement de la nouvelle entrée dans cette partie dont les maisons et les terrains sont de peu de valeur, et les deux jetées à construire suivant mon projet, au-delà des fortifications, s'établiroient sur un fond tout aussi solide que celui des jetées à faire dans l'ancienne passe.

ARTICLE XI.

Travaux à faire dans le Chenal actuel.

334. Pour tirer parti de l'ancienne entrée, suivant le projet de 1787, on a proposé : 1°. Un prolongement de 50 toises à la jetée du nord, avec une claire-voie saillante et arrondie pour repousser le gallet dans la direction des chasses;

2°. Un semblable prolongement à la jetée du sud, pour conserver la même distance entre les têtes de ces deux jetées.

3°. Une grande claire-voie, marquée F, dans la jetée du nord, de 75 toises de longueur avec renfoncement, revêtue de maçonnerie formant un plan incliné et fermée d'une charpente, portant un grand tillac de hallage.

4°. Au sud et vis-à-vis, une autre claire-voie de 30 toises avec un renfoncement de 800 toises superficielles, enceinte d'un mur en pierre de taille, avec des plans inclinés et une charpente en avant formant un tillac de hallage.

5°. A 110 toises de la tour de François Ier, et sur le quai de Notre-Dame, une claire-voie de 50 toises de longueur en

saillie de 20 toises, également enceinte d'un mur en pierre de taille, avec plans inclinés, charpente et tillac de hallage.

6°. Enfin, une claire voie L, vis-à-vis, mais plus considérable par son renfoncement de 1,000 toises superficielles, pareillement fermée de murs en pierre de taille, avec des plans inclinés et une charpente, portant un tillac de hallage.

335. On auroit en outre à faire la réparation des anciens murs de quai, depuis la tour de François Ier jusqu'à la Romaine. Quant aux murs de quai du renfoncement de l'avant-port, à l'enceinte de la retenue, et aux écluses de chasse, on peut considérer ces ouvrages comme étant communs au projet de 1787 et à celui que je propose, avec cette différence que les matériaux des anciennes jetées détruites procureroient des moyens de réparer les anciens quais, etc.

336. Avant de passer à la comparaison de la dépense des deux projets, supposons l'ancienne passe fermée d'une forte digue du côté de la mer, et la retenue continuée jusqu'au pont *C* du Gouvernement, enfin un pont de pierre *E* établi sur les portes de l'écluse de chasse, située auprès de la tour de François Ier, pour servir au passage des grosses voitures, et à la communication du centre de la ville avec le nouveau quartier, jusqu'à la tête de la nouvelle jetée du sud.

337. Ce pont de pierre faciliteroit aussi la conduite des eaux douces de la ville jusqu'à la fontaine *F*, où l'on établiroit une aiguade, pour le service des navires.

338. Le premier effet des alluvions de la côte sera sans doute de combler peu à peu le reste de l'ancien Chenal démoli. Elles seront forcées ensuite de s'étendre le long du mur de la retenue et de la nouvelle jetée du sud, à peu près comme il est indiqué sur le plan; mais il est à observer que, suivant les expériences

faites antérieurement pour enlever chaque année le gallet qui encombroit l'ancien Chenal, la quantité réduite de ces alluvions a été estimée de 3 à 4,000 toises cubes (1).

339. L'espace de 800 toises que ce gallet aura à remplir, avant qu'il soit arrivé à la tête de la nouvelle jetée du sud, pourra recevoir un remblai de plus de 80 mille toises cubes, et cette opération de la mer ne pourra s'effectuer vraisemblablement en moins de 20 années, avant de gêner la nouvelle entrée; cet effet naturel donnera donc le temps de préparer des moyens puissans pour repousser, dans la suite, le gallet dans les bas-fonds indiqués par les sondes de M. de Bombel.

340. Je trouve ces principaux moyens dans la disposition courbe des nouvelles jetées, et dans la retenue de 72 mille toises cubes d'une eau qui, toujours limpide, parcourra, en s'écoulant pendant la basse mer, tout l'avant-port et la longueur du Chenal sur 650 toises. Ces eaux pourront être augmentées et doublées dans des cas extraordinaires par les écluses des bassins actuels d'Ingouville et de la Barre; alors il n'y auroit pas de port en Europe aussi bien disposé pour entretenir son entrée avec une masse d'eau de plus de 100,000 toises cubes.

341. Si l'on observe ensuite que dans tous les ports de la Manche, la mer monte et baisse irrégulièrement en six heures de temps, et que celui du Hâvre conserve son plein deux heures, on reconnoîtra qu'il ne restera ici que 4 heures pour que la mer soit à son plus bas niveau. Ainsi cette masse énorme d'eau que nous venons d'apercevoir dans les bassins, pourra être dépensée très-promptement, si on le juge à propos, et former un torrent qui, suivant

(1) L'enlèvement du gallet étoit estimé 30,000 livres par année, représentatif alors d'un fonds de 600,000 livres.

les expériences du Tréport et de Dieppe, conserveroit son action à plus de 400 toises au large. Voilà ce qui m'a convaincu que les 72 mille toises cubes d'eau de la retenue seule pourront suffire habituellement, lorsque les bassins auront été bien nétoyés.

342. Je ne puis me dispenser de faire observer que les écluses de chasse, telles qu'elles sont disposées au projet de 1787, seront très-exposées aux effets de la mer montante, et que les eaux de la retenue qui déboucheront à la tour du Vidame, ne courront que sur une longueur de 120 toises pour sortir du Chenal, en laissant en arrière les alluvions de tout l'avant-port, et les vases que la mer y déposera pendant six et huit heures de stagnation. L'on voit aussi avec peine que le bassin d'Ingouville ne pourra se nétoyer qu'avec les eaux du bassin actuel, déja elles-mêmes très-chargées de vase.

343. Je dois également observer que, suivant des profils très-exacts, les pleines mers d'équinoxe donnent 25 pieds de hauteur d'eau vis-à-vis la tour de François Ier, et qu'en ne supposant aux vases que deux lignes de pente par toise jusqu'au fond du bassin d'Ingouville, éloigné de 950 toises de l'entrée des jetées actuelles, on trouvera 10 pieds 5 pouces pour l'élévation qu'elles pourront prendre peu-à-peu dans ce bassin. Cette hauteur retranchée de 25 pieds ne laisseroit à l'avenir que 14 pieds 7 pouces d'eau limpide dans le bassin d'Ingouville, et le reste seroit rempli de vase. Quelques personnes diront que cette vase sert à l'échouage des navires. Ce raisonnement peut être bon dans un avant-port où ils échouent nécessairement à la basse mer; mais dans un bassin où les manœuvres sont très-actives, cette vase est toujours très-incommode et même dangereuse pour les matelots qui tombent à la mer. On ne peut se dissimuler que c'est un des plus grands inconvéniens du port de Rochefort.

344. Il est donc de la plus grande importance, pour conserver tous les avantages des bassins du Hâvre, de les préserver de l'abondance des vases qui s'y porteront toujours suivant le projet de 1787; ce qui n'auroit pas lieu dans la nouvelle passe, comme on le voit par l'effet prodigieux des chasses.

345. Toutes les dispositions qu'on peut faire pour améliorer le port du Hâvre doivent certainement tendre au plus grand avantage du commerce, mais elles doivent aussi concourir efficacement aux opérations de la marine militaire, et répondre aux travaux immenses que Louis XVI a fait exécuter pour mettre la rade de Cherbourg en état de recevoir une armée navale des plus considérables; il faut donc que les projets d'amélioration de tous nos ports de la Manche se dirigent vers ce point principal, et qu'ils soient disposés pour y recevoir et préparer des convois nombreux en cas de guerre (1).

ARTICLE XII.

Examen des sondes de la rade du Hâvre, faites en août 1781 par le Capitaine Bombel.

Planche XXVII.

346. L'exécution de la nouvelle passe doit dépendre absolument de la décision des marins. Je dois en conséquence leur faire part de

(1) Par l'exécution du projet ci-dessus, les trois bassins du Hâvre, de 30 mille toises superficielles ensemble, pourroient contenir trois cents navires, et l'avant-port de 28 mille toises, au moins 250, déduction faite de l'espace nécessaire à la manœuvre, c'est-à-dire en tout 550. Le port d'Honfleur, avec ses deux bassins, de 4,500 toises superficielles, et son avant-port, de 1,200 toises, contiendroit au moins soixante navires. Donc on pourroit faire un rassemblement de six cents navires, qui ne

mes observations sur les sondes de la rade, qu'il importe d'examiner avec la plus grande attention, ainsi que les différentes directions que les navires doivent suivre pour se rendre à l'entrée des nouvelles jetées.

1°. Si les navires viennent de la partie du nord, après avoir doublé le cap d'Entifer, ils prendront, comme à l'ordinaire, la direction entre le banc de l'Éclat et celui de la Hêve, en suivant la ligne droite du corps-de-garde de la jetée du nord-ouest, sur la falaise blanche, à l'ouest d'Honfleur.

2°. S'ils viennent de la partie de l'ouest-sud-ouest pour passer entre les hauts de la rade et le banc d'Amfart, ils prendront, comme à présent, la direction du château d'Orcher, entre le Hoc et les Neiges; ils éviteront, soit par la droite, soit par la gauche, un assèche très-connu, après lequel ils trouveront un passage de 600 toises de largeur, qui les portera à l'entrée des nouvelles jetées.

3°. Si les navires viennent d'Honfleur ou de la rivière de Seine, en se dirigeant sur les nouvelles jetées, ils trouveront le trajet diminué de 800 toises, comparé à l'entrée actuelle, et la rivière les y portera tout naturellement.

347. Si l'on observe, 1°. qu'il ne reste, à mer basse, que 3 et 4 pieds d'eau dans la passe actuelle, et que, dans la nouvelle, on en trouvera toujours 6, qui faciliteront l'entrée et la sortie une heure plutôt et une heure plus tard. 2°. Si l'on y ajoute, comme je l'ai dit, 18 pieds dans les marées de vives eaux, on aura dans le Chenal 24 pieds d'eau pendant la haute mer, qui durera deux heures avant de se retirer. On ne peut donc s'empêcher de con-

seroient éloignés de Cherbourg que de deux jours de marche, où ils trouveroient l'armée navale. On devroit donc suivre aussi les mêmes dispositions pour Fécamp, Dieppe et Granville.

venir que cette nouvelle entrée est infiniment plus avantageuse que l'ancienne.

348. Quant aux avantages nautiques qui naissent de la direction des vents nécessaires pour entrer et sortir, nous croyons les avoir réunis, en choisissant, sur l'assertion de plusieurs marins, celle où ces vents sont moins violens que ceux que l'on est forcé de prendre maintenant pour entrer et sortir du Hâvre.

349. Les mêmes avantages s'y trouveront également dans les mortes-eaux, où les hauteurs des marées ne seront diminuées que de 6 ou 7 pieds environ, en raison de la force et de la direction des vents, qui soutiendront plus ou moins l'élévation de la mer.

ARTICLE XIII.

Résumé.

350. Il ne me seroit pas difficile de prouver maintenant, par des détails assez exacts, que les ouvrages à faire dans le Chenal actuel, suivant le projet de 1787, seront plus dispendieux que l'ouverture de la nouvelle entrée, si, comme la ville du Hâvre le demande et comme l'avantage du commerce l'exige, il faut augmenter le renfoncement de l'avant-port sur le terre-plein de la Floride. Suivant mon projet, il n'y a à faire qu'une percée de 60 toises, pour obtenir la passe de cette nouvelle entrée, qui ne présente aucun obstacle.

351. Les fondations du pont et des écluses de chasse à construire, près de la tour de François Ier, pouvant se différer pendant la construction des nouvelles jetées; la marche lente des alluvions et du gallet donnant aussi le temps nécessaire pour barrer la nouvelle passe, on auroit également celui d'envelopper de digues les fondations du pont de l'écluse et des radiers, mais seulement à

18 pieds en contre-bas des pleines mers pour la plus grande charge des portes tournantes. Cette opération ne présenteroit qu'un travail ordinaire; il en seroit de même pour la fondation de tous les murs de quai et de ceux de la retenue.

352. Un avantage beaucoup plus grand, qu'on ne peut contester, c'est que, par la disposition de la nouvelle entrée, les écluses de chasse établies près de la tour de François Ier, seroient absolument à l'abri du flot et des vents; ce que l'on n'obtiendra jamais en conservant l'entrée actuelle : au contraire, les écluses de chasse y seront infiniment tourmentées pendant la mer montante.

353. On ne pourroit cependant fermer l'ancienne passe, comme je l'ai dit, qu'après l'achèvement de la nouvelle. Après cela, comme cette dernière se trouvera à l'abri des vents violens, on pourroit peut-être commencer les 6 premiers pieds de fondations de la jetée du sud, par marée, avec épuisemens, ou par caissons établis sur un fond bien dragué et bien nivelé, recouvert d'une couche de 2 pieds de béton de bon mortier de pouzolane, en observant de construire les musoirs des jetées en pierre de granit de Barfleur. Quoi qu'il en soit, cette jetée de 340 toises de longueur ne seroit pas plus difficile à faire que le prolongement des jetées projetées à l'entrée actuelle avec les cinq claires-voies.

354. Cette première et grande jetée du sud, étant entièrement faite en maçonnerie, protégeroit absolument la construction de la seconde, et la tête de cette dernière seroit seulement faite en maçonnerie à double parement sur 20 toises, et continuée par une claire-voie de 250 toises de longueur en charpente avec un grand tillac de hallage, terminé par un terre-plein *D*, destiné aux chantiers de construction des navires de commerce. Le reste de cette jetée de 160 toises, se prolongeroit en maçonnerie jusqu'à l'avant-port, comme celle du sud.

355. D'après l'effet ordinaire des claires-voies, la pleine mer s'étendra du Chenal jusqu'au rivage, sur 250 toises de largeur au moins, et par là sa grande agitation et le clapotage qu'elle occasionne ordinairement entre deux jetées de pierre n'auront plus lieu.

356. On peut remarquer encore que la partie d'eau qui se trouvera entre la claire-voie et le rivage, formera un bassin naturel de plus de 12,000 toises superficielles, dans lequel les navires de commerce pourront être lancés et prendre une course de 5 à 600 toises. Ce même emplacement étant parfaitement à l'abri des gros temps, servira d'asile et d'échouage aux barques de pêcheurs.

Comme les principales raisons qui ont déterminé à porter le grand bassin d'Ingouville derrière la ville, avoient pour objet la crainte d'un bombardement, j'ai satisfait au même but relativement à l'avant-port, ainsi qu'aux quartiers de Notre-Dame et de la Citadelle, dont la conservation ne deviendra pas moins intéressante. J'ai figuré, en conséquence, deux bastions *AB* sur lesquels on pourroit placer des batteries de mortiers ou de canons, pour éloigner les gaillotes à bombes que l'ennemi pourroit embosser sur le banc d'Amfart.

357. Plus je réfléchis sur les avantages de ce projet, plus j'y trouve de possibilité, et même d'économie (1). Le seul incon-

(1) On ne peut disconvenir qu'après la digue qui sert d'enceinte à la retenue, du côté de la mer, les ouvrages faits depuis pour le bassin d'Ingouville et ses accessoires, étoient les moins difficiles du projet de 1787, et ceux dont l'exécution étoit la plus certaine; mais il n'en sera pas de même des travaux qui restent à faire dans le Chenal. On y trouvera de grandes difficultés de la part de la mer et du passage continuel des vaisseaux, ce qui occasionnera des dépenses considérables, que je crois pouvoir diminuer par les travaux de la nouvelle passe que je propose du côté de l'est.

vénient que je redouterois pour le bien général, seroit la difficulté de vaincre l'habitude des marins-pratiques, qui se font un jeu des obstacles qu'ils ont à vaincre de la part de la mer, dans le Chenal actuel, et qui verroient avec peine la partie brillante de leurs emplois passer entre les mains des halleurs. Cependant il seroit de la justice de leur confier le droit de les commander, et la marine en général leur sauroit gré de cette sage condescendance en faveur de la sûreté très-évidente de l'entrée et de la sortie des navires.

358. Puissent les vues que j'ai développées dans ce mémoire, fixer l'attention du Gouvernement sur ce projet, et le déterminer à en ordonner l'examen par des commissaires choisis entre les marins expérimentés du Hâvre, ceux de la marine militaire et du commerce, ainsi que par l'assemblée des négocians armateurs! Exempt de toutes préventions, ce n'est que, d'après la connoissance parfaite que j'ai du local, d'après sur-tout l'approbation des marins et des savans les plus distingués, qu'il m'est permis de croire que le résultat de cet examen, rigoureusement fait sur les lieux, seroit l'adoption de mon projet, dont, je le répète, l'exécution se lie parfaitement, tant avec les travaux déja effectués qu'avec ceux qui restent à terminer pour perfectionner le projet de 1787.

QUATRIÈME SECTION.

PORT DU TRÉPORT.

ÉCLUSE DE CHASSE.

Cette section comprendra l'emploi du caisson dont j'ai fait usage pour la fondation de l'écluse de chasse du Tréport, moitié sur un massif naturel de marne, et moitié sur un terrain provenant des alluvions de la mer.

ARTICLE PREMIER.

Description.

Planche XXVIII.

359. Le Tréport est situé dans la Manche, à l'embouchure de la rivière de Bresle, à une lieue de la ville d'Eu. La vallée, à l'extrémité de laquelle cette rivière se jette dans la mer, est bordée par deux coteaux élevés de 250 pieds environ, qui longent le cours de la Bresle. Le Chenal du port est au pied du coteau de l'ouest, sur le penchant duquel la ville est assise. Le village de Merse occupe le pied du coteau de l'est, de l'autre côté de la vallée, dont la largeur, dans cet endroit, est de 800 toises. Le Chenal et le port sont conséquemment à l'abri des vents régnans depuis l'ouest-nord-ouest jusqu'au sud-sud-est.

Cette position du Chenal en rend l'accès facile aux navires, qui, quand ils viennent à manquer l'entrée du port, peuvent prendre le large sans être exposés à périr, comme il arrive à Dieppe ainsi que dans les ports de la Manche, dont les entrées reçoivent les airs de vents compris entre l'ouest et le nord-ouest.

360. Les marins connoissent et redoutent les bancs de la Somme. Lorsque les navires qui, destinés pour le Hâvre, Fécamp, Dieppe, entrent dans la Manche par des vents forcés, depuis l'ouest-sud-ouest jusqu'au nord-nord-ouest, viennent à manquer l'entrée de ces ports, ils vont périr infailliblement à l'embouchure de la Somme; et si le Tréport étoit mis en état de les recevoir, il leur seroit de la plus grande ressource par sa proximité des bancs de la Somme.

361. C'est pour faire jouir le commerce de tous les avantages dont le Tréport est susceptible, et que l'exécution de mes projets semble promettre, que le Duc de Penthièvre, alors grand Amiral de France, propriétaire en partie de la ville d'Eu, proposa au Gouvernement, en 1777, de joindre une somme de 170,000 livres aux fonds qui étoient destinés pour les travaux du Tréport, et particulièrement pour l'exécution d'une écluse de chasse, destinée à nétoyer le Chenal et le port des galets dont ils sont encombrés.

Ces galets sont apportés en si grande abondance par la mer, lorsqu'elle est agitée par les vents d'ouest, qu'on a vu *plusieurs* fois l'entrée du port totalement fermée.

362. En 1778, temps où l'on commença les travaux de l'écluse, les encombremens étoient parvenus à un tel point, qu'il ne montoit dans les grandes mers de vives eaux qu'environ 11 pieds d'eau dans l'emplacement de l'écluse de chasse, et que le Chenal étoit réduit à 30 pieds de largeur par un poulier contenant plus de 4,000 toises cubes de galet.

363. Les jetées en charpente, de 150 toises de longueur, étoient dans un état de dépérissement presqu'absolu. Son port, de 180 pieds de largeur, traversé par la rivière de Bresle, n'avoit qu'un seul mur de quai de 100 toises de longueur, sur lequel venoient s'accoster les navires pour se mettre en charge, et son commerce ne consistoit plus que dans l'équipement de quelques bateaux pêcheurs.

Telle étoit à peu près la situation du Tréport, lorsqu'il me fut ordonné de construire une écluse de chasse, et d'en réparer le port.

ARTICLE II.

Description de l'écluse, et ses dimensions.

Planches XXIX et XXX.

364. L'écluse est composée de deux passages de 21 pieds de largeur chacun, séparés par une pile de 8 pieds d'épaisseur, terminés des deux côtés par un bajoyer de 10 pieds d'épaisseur, et par un mur en aile avec évasement, pour faciliter le jeu des chasses.

Le radier occupe l'espace compris entre les piles, les bajoyers et les avant et arrière-radiers d'amont et d'aval, lesquels, sur 15 pieds de longueur chacun, s'étendent jusqu'à la tête des murs en ailes.

En aval, on a construit le mur en évasement du côté du Tréport jusqu'à l'extrémité de l'ancien quai, ainsi qu'une risberme en pieux jointifs, qui prend de l'extrémité en aval du radier, et va gagner le nouveau lit de la rivière. Cette risberme soutient le courant des chasses, et empêche que le remous ne vienne dégrader la fondation du mur en retour. En amont, deux parties de

risberme, de 30 pieds de longueur chacune, remplissent le même objet que celui du côté d'aval.

Chacun des deux passages est fermé par deux portes de 12 pieds de hauteur. Un pont de bois, de 13 pieds de largeur, construit sur ces deux passages, établit la communication d'un côté à l'autre de l'écluse. On croit inutile de rapporter ici la manière assez connue dont les portes se manœuvrent; l'on peut consulter à cet égard la description qu'en donne Bélidor (1), qui dit que ce genre de portes a l'inconvénient de laisser perdre une quantité d'eau considérable. On les a perfectionnées au *Tréport*, comme on le verra article V; on les y a employées de préférence à d'autres, en raison de la simplicité de leurs manœuvres et du peu de soins qu'elles exigent : deux points très-importans pour un tel ouvrage, construit dans un port pour ainsi dire isolé.

365. D'après plusieurs expériences et observations, on a cru devoir donner à la section des chasses 32 pieds 8 pouces de largeur réduites sur 12 pieds de hauteur, c'est-à-dire, 392 pieds carrés. Les dimensions de ce débouché ont été jugées suffisantes pour nettoyer et approfondir le Chenal. La retenue de 30,000 toises carrées doit fournir au moins 60,000 toises cubes d'eau pour les chasses ordinaires, destinées, 1°. à repousser les alluvions; 2°. à faciliter le service des moulins situés dans la ville d'Eu, qui seroient contraints à chômer pendant tout le temps de la retenue des eaux à cette écluse, si le mode adopté ne rendoit pas les chasses aussi promptes que faciles.

(1) Architecture Hydraulique, deuxième partie, Tom. I et II.

ARTICLE III.

De l'emplacement de l'écluse.

366. Le quai, trop peu spacieux, se trouve resserré entre le port et le pied de la côte, sur le penchant de laquelle la ville est bâtie. Cette position, tant de la ville que du quai, qui n'a que 6 à 7 pieds de largeur, ne permet pas d'avoir à proximité des magasins assez commodes et d'un accès assez libre pour y recevoir les cargaisons des navires. D'ailleurs, on ne monte dans la ville que par une rampe très-étroite. Ces raisons m'ont déterminé à placer l'écluse à 12 pieds de l'extrémité du quai, dans le lit de la rivière de Bresle. Cette position est telle, qu'on pourra disposer d'un emplacement considérable pour l'agrandissement du port.

Il est aisé de voir par l'inspection du plan (*Voyez* planche XXVIII), que, si cette écluse occupoit une toute autre place que celle où elle est construite, on obtiendroit difficilement les mêmes avantages.

367. La nature du terrain en a déterminé l'emplacement. Différentes sondes m'avoient fait connoître que cette écluse pouvoit être fondée sur un banc de marne, circonstance d'autant plus importante qu'elle assuroit une plus grande solidité dans la fondation, et qu'en outre les affouillemens des avant-radiers devoient être moins considérables; mais, d'après un examen plus approfondi, j'ai dû établir la base des fondations moitié sur ce banc de marne et moitié sur les alluvions de la mer.

ARTICLE IV.

Dispositions pour la construction de l'écluse, et moyens employés pour sa fondation.

368. L'EMPLACEMENT choisi pour l'écluse m'a obligé de détourner la rivière de Bresle. On a ouvert et approfondi, à cet effet, une ancienne crique, dont l'entrée se trouvoit un peu au-dessus de l'atelier : j'ai préféré ce canal à celui *qu'elle devoit* occuper après l'exécution du projet.

J'ai ensuite circonscrit l'atelier par des digues capables d'empêcher les irruptions de la mer. On a placé dans celle d'aval deux buses ; dont l'une inférieure, la plus petite, étoit au niveau des plus basses eaux de la rivière, et l'autre, supérieure, à 1.5 pouces au-dessus. C'est par cette dernière buse que s'écouloient, à marée basse, les eaux des épuisemens ; ces eaux étoient conduites dans un grand réservoir, disposé à cet effet dans l'enceinte des digues, et capable de les contenir pendant tout le temps de la marée haute, ainsi que le produit de plusieurs sources considérables.

A marée basse, et pendant la morte eau, le réservoir avoit le temps de se vider par la buse inférieure. Il se trouvoit alors en état, à marée montante, de recevoir les eaux des chapelets ; mais dans le fort de la vive eau on étoit obligé, lorsque le réservoir étoit plein, de faire un double épuisement, et de faire passer l'eau par-dessus les digues.

369. Si j'ai fait usage de la méthode des caissons dans la construction de l'écluse du Tréport, je ne m'y suis déterminé qu'après un long examen et une comparaison exacte entre ce nouveau moyen et celui des épuisemens généralement employé.

L'expérience a prouvé, comme on va le voir, qu'il étoit en même temps le plus expéditif, le plus avantageux et le plus économique.

	livres	sous	deniers.
La dépense du caisson portée dans cet état est de.	18,963	8	5
Déduisant de cette somme la plate-forme qui fait partie du radier, et la reprise des bois employés au grillage des murs	14,600	0	0
Il reste en dépense nette	4,363	8	5

Cela posé, on voit dans l'état de la dépense faite en 1779, article VII, que les épuisemens faits pour les déblais des fondations et pour le dérasement du rocher, ont coûté 3,403 livres 12 sous 3 deniers, y compris l'entretien des machines pour les treize jours de la durée de ce travail, ce qui fait 261 livres 16 sous 4 deniers par jour. On observe que, pendant ce temps, on n'a eu qu'une vive-eau, qui a dû nécessairement rendre les sources et les filtrations très-abondantes.

370. On peut donc supputer que, dans la supposition où l'on auroit fait usage des épuisemens, qui auroient duré au moins 60 jours, tant pour élever la maçonnerie de l'écluse au-dessus du niveau des basses eaux que pour établir le radier, y mettre un double bordage, et le calfater; ces épuisemens seroient revenus à 15,709 livres, sans avoir égard aux événemens imprévus, à l'entretien des machines, qui augmente toujours à mesure qu'elles servent aux fausses manœuvres inévitables dans les travaux de mer, ni aux autres dépenses indispensables dans des travaux de ce genre.

Si l'on retranche de 15,709 livres, dépense qu'auroient occasionnée les épuisemens, celle de 4,363 livres 8 sous 5 deniers, on

aura, en faveur du moyen des caissons, une économie de 11,345 liv. 11 sous 7 den.; mais, nous ne pouvons trop le répéter, c'est l'avantage de pouvoir exécuter toute la maçonnerie à sec, et de lui donner tout le temps de se consolider avant qu'elle soit abandonnée à l'action subite de la mer, qui fait le mérite le plus essentiel de cette opération.

371. La construction du caisson, de 2,370 pieds carrés de base, ayant été exécutée suivant les procédés employés à celui de l'écluse de chasse du port de Dieppe, dont on verra les détails dans la suite; il est inutile de les exposer ici, et de faire connoître la manière dont il a été mis à l'eau.

On dira seulement que la pile et les bajoyers ont été construits à sec dans le caisson, et ont pris toute la consistance possible avant d'être livrés à la mer. D'ailleurs, il ne s'est présenté, pendant la construction de cette écluse, aucun inconvénient qui se soit opposé à son succès. Le grand Amiral a été souvent témoin des principales opérations, particulièrement de l'effet des premières chasses, portant leurs courans à plus de 400 toises au large.

ARTICLE V.

Observations sur l'écluse du Tréport.

372. La plate-forme supérieure du radier de l'écluse est construite en bois, de manière qu'on en peut faire les réparations nécessaires sans rien déranger dans la maçonnerie. La charpente est tellement disposée, qu'il seroit même possible d'y substituer par la suite une plate-forme en pierre de taille; mais, si l'on a soin de l'entretenir, il pourra s'écouler plus d'un siècle avant qu'on soit obligé d'en venir à un remplacement.

Les crapaudines et les tourillons, tant des poteaux buttans que

des poteaux tournans, sont en fonte. Chaque tourillon et sa crapaudine pèsent 193 livres.

La traverse inférieure des portes est élevée de 2 pouces au-dessus du radier. Un seuil de même hauteur remplit cet espace, pour empêcher la perte considérable des eaux qui a lieu dans toutes les portes couplées, en raison du jeu qu'on est obligé de laisser pour en faciliter l'ouverture.

Les portes couplées ont encore l'inconvénient de perdre sur la hauteur une grande quantité d'eau, par le petit intervalle qui se trouve entre elles et le parement de la pile et du bajoyer; mais pour y remédier, j'ai fait pratiquer dans le revêtement de la maçonnerie un incrustement circulaire, ayant pour centre celui du poteau tourillon, et pour rayon le plus petit côté de la porte.

Les portes couplées ont été jusqu'à présent centrées aux deux tiers de leur largeur, ce qui a deux inconvéniens.

1°. Le grand côté étant le double du petit, les portes s'ouvrent avec une vitesse considérable, qui tend non-seulement à les fatiguer, mais encore à ébranler le radier et le pont de service.

2°. Pour peu que la mer soit houleuse, à marée basse, les vagues venant frapper sur les portes, les forcent à s'ouvrir, attendu la trop grande différence entre les bras de levier; elles restent donc ainsi ouvertes jusqu'à ce que l'effort de la vague se trouve en équilibre avec la charge d'eau retenue; alors la vague se retirant tout-à-coup, la porte est repoussée contre les poteaux buttans avec une force relative à la différence des bras de levier de la porte, et du niveau de l'eau en amont et en aval de l'écluse; cet effort violent tend évidemment à ruiner le poteau et l'ouvrage.

373. Pour prévenir, ou au moins pour diminuer considérablement ces inconvéniens, nous avons centré les portes de l'écluse

du Tréport de telle manière que la différence du plus grand au plus petit côté, n'est que de 6 pouces, ce qui suffit pour les ouvrir. Je suis même parvenu à les faire mettre parfaitement dans le lit de l'eau, par le moyen d'un montant de 6 pouces de saillie, fixé sur la porte à l'extrémité du plus grand côté, effet qu'on peut encore obtenir en ménageant une vanne dans le plus petit côté.

La mer monte dans les vives-eaux de 8 pieds plus haut que dans les mortes eaux. En établissant le dessus des portes au niveau des vives-eaux, la mer n'auroit monté de 12 *pieds* au-dessus du radier qu'une fois par vive-eau; mais pour avoir plus long-temps cette charge d'eau, j'ai établi le radier à 13 pieds 10 pouces, en contre-bas des vives-eaux ordinaires, ce qui m'a donné l'avantage de pouvoir chasser 5 à 6 fois de plus par chaque vive-eau.

ARTICLE VI.

Situation du Chenal du Tréport, et considération sur le galet dont il est encombré.

374. En 1780, le 10 septembre, temps où les écluses commencèrent à chasser, on constata l'état du Chenal, tel qu'il étoit à cette époque, et l'on observa ensuite ce qu'il étoit le 9 février 1781, ainsi que la masse du poulier, composée de galet et de vase qui encombroient ce Chenal.

Ce poulier commençoit à 14 toises avant la petite cale d'embarquement, et s'étendoit contre la jetée de l'ouest jusqu'à son extrémité, sur une longueur de 120 toises, et sur 11 toises 3 pieds de largeur; sa surface de 1,380 toises, sur 2 toises de hauteur

	toises.	pieds.	pouc.
réduite, au-dessus des basses mers, produisoit donc en septembre 1780 un cube de. . .	2,760	0	0
On a trouvé, le 9 février 1781, que le Chenal s'étoit approfondi au-dessous du niveau des basses eaux de 7 pieds 6 pouces, sur une même surface de 1,380 toises, ce qui donne un cube de	1,725	0	0
Au 10 septembre 1780, il y avoit donc un cube de galet et de vase dans le Chenal de . .	4,485	0	0
La superficie du galet et de vase restante au 9 février 1781, dans le Chenal, étoit de 713 toises, qui sur 3 toises 1 pied 6 pouces de hauteur réduite, formoient un cube de . .	2,317	1	6
Lesquelles étant déduites des 4,485, il résultoit que la quantité de galet enlevé étoit de.	2,167	4	6

375. L'écluse de chasse a donc enlevé, depuis le 10 septembre 1780 jusqu'au mois de février 1781, 2,167 toises 4 pieds 6 pouces cubes de galet; on n'y comprend pas celui qui a pu être ramené par la mer depuis ce temps.

Si l'on fait attention maintenant à la force prodigieuse d'une chute d'eau de 12 pieds de hauteur, sur 42 pieds d'ouverture, telle que celle de l'écluse du Tréport, on pourra juger combien il est nécessaire de prendre de précautions pour établir avec solidité une écluse de chasse (1).

(1) Si les 2,167 toises 4 pieds 6 pouces cubes de galet ont été enlevées et portées à la mer à plus de 300 toises par les chasses, en comparant le prix connu de cet enlèvement à celui de la main d'œuvre, estimée au moins à 10 livres la toise, on

Il n'est pas douteux que l'enlèvement du galet auroit été plus considérable, si la jetée de l'est eût été plus prolongée. C'est en effet à l'extrémité de la partie qui subsiste encore que l'eau n'étant plus contenue, perd toute son énergie, et n'a plus d'action sur le galet.

Il y a donc lieu d'espérer que le prolongement qu'on se propose d'exécuter contribuera à faire porter le reste du poulier au large, et achevera de mettre l'entrée du Chenal en bon état.

ARTICLE VII.

376. On croit devoir donner ici la récapitulation de la dépense faite pour la construction de l'écluse de chasse du Tréport, pendant les années 1778, 1779 et 1780, jusqu'à sa perfection.

État de la dépense faite pour la construction de l'écluse de chasse du Tréport, pendant le courant de l'année 1778.

	liv.	sous	den.
Canal de déviation de la rivière de Bresle	4,096	"	"
Digues de barrage et d'écoulement formant batardeaux, etc.	8,173	1	8
Pont de service	3,950	"	6
Caisson pour fonder la maçonnerie	14,933	"	1
Radiers	3,384	14	1
Fouilles de fondation	637	"	"
Ouvrages provisoires	709	11	"
Construction et réparation des machines	1,433	1	3
Faux frais	1,492	11	2
Total	38,808	19	9
Un dixième de bénéfice	3,880	17	11
Total de l'an 1778	42,689	17	8

verra que cette quantité auroit coûté pour être enlevée 21,677 livres 10 sous. On conclura donc aisément de ce calcul les avantages économiques que cette écluse doit produire.

Dépenses faites pendant le cours de l'année 1779.

	liv.	sous	den.	liv.	sous	den.
Série de buses, leur entretien et celui des digues.				747	6	5
Écluse de chasse, divers détails.	1,813	18	8			
Batardeaux et épuisemens	3,403	12	3			
Fouilles	1,135	7	4			
Caisson	4,030	8	4			
Maçonnerie des écluses et radiers	20,229	19	1	36,641	13	6
Murs en ailes en évasement, avec épuisemens. . .	1,066	17	8			
En avant du côté du Tréport	619	12	2			
En avant du côté du Tréport, avec épuisemens . . .	1,516	2	"			
En avant du côté de la mer.	2,183	3	4			
Frais de batardeaux	642	12	8			
Maçonnerie des murs { en ailes	6,028	7	10			
Maçonnerie des murs { en évasement	14,169	16	10			
PREMIER TOTAL	20,198	4	8	20,198	4	8
Remblais derrière la maçonnerie				1,595	"	"
Poids des ferrures des écluses.	890	11	"			
Portes des écluses.	4,407	16	6			
Pont de passage sur les écluses	1,847	"	6			
Radier d'amont	3,092	"	"			
Déblais produits	3,129	11	4			
Idem.	2,186	16	4			
Idem.	937	10	6			
Épuisemens	2,401	10	4			
Idem.	309	9	8			
DEUXIÈME TOTAL	19,202	6	2			
Suite du pont de service pour la maçonnerie . . .	2,239	19	7			
TROISIÈME TOTAL	21,442	5	9	21,442	5	9
				80,624	10	4

	liv.	sous	den.	liv.	sous	den.
De l'autre part.				80,624	10	4
Bornes construites en avant	1,472	5	10			
Faux frais suivant le détail	2,539	4	8			
Augmentation sur le port des matériaux.	3,550	10	3			
QUATRIÈME TOTAL	7,562	"	9	7,562	"	9
CINQUIÈME TOTAL.				88,186	11	1
Un dixième de bénéfice.				8,818	13	1
SIXIÈME TOTAL.				97,005	4	2
Frais de commis				720	"	"
TOTAL des ouvrages exécutés en 1779				97,725	4	2

Dépenses faites pendant la campagne de l'année 1780, *pour achever l'écluse de chasse du Tréport.*

1°. Remblais dans la maçonnerie	1,252	12	9			
2°. Remblais aux abords de la côte	3,804	19	4			
Cubes des digues	1,290	"	"			
Grand canal de déviation de la rivière	4,881	18	8			
Digues de barrages	1,261	3	5			
TOTAL des déblais	12,490	14	2	12,490	14	2
Parapets, pavages et bornes				1,996	13	11
Portes des écluses et poteaux buttans	209	13	6			
Calfatage des portes	81	17	"			
Pose et ajustement.	311	3	6			
Expérience des chasses	147	12	2			
Cabane de l'éclusier	411	10	10			
Fers.	83	17	"			
Couverture en plomb.	258	16	"			
Frais de moulures de corniches	54	"	"			
PREMIER TOTAL	1,558	10	"	1,558	10	"
				16,045	18	1

	liv.	sous	den.	liv.	sous	den.
Ci-contre				16,045	18	1
Machine pour le mouvement des portes	157	15	11			
Mât de pavillon et ses agrès	49	3	9			
DEUXIÈME TOTAL	206	19	8	206	19	8
Suite du pont de passage sur les écluses	1,256	19	9			
Idem	108	18	"			
Idem	31	10	"			
TROISIÈME TOTAL	1,397	7	9	1,397	7	9
Suite du pont de service des écluses				102	6	8
Avant-radier d'aval				9,228	7	6
Second plancher du radier de l'écluse				544	7	"
Estacade en prolongement du mur en aile du côté de l'est				6,869	14	2
Dépenses communes, épuisemens, entretiens et expériences				2,492	16	11
QUATRIÈME TOTAL				36,887	17	9
Fermeture de l'estacade en prolongement de celle d'amont				330	8	2
Peinture et sculpture				1,016	1	9
Entretien des digues				88	15	3
Faux frais et entretien				448	7	6
CINQUIÈME TOTAL				38,771	10	5
Un dixième de bénéfice				3,877	3	"
TOTAL de la dépense de l'année 1780				42,648	13	5

RÉCAPITULATION générale des dépenses faites pour l'écluse du Tréport.

Pendant l'année 1778	42,689	17	8
Pendant celle de 1779	97,725	4	2
Et enfin pendant 1780	42,648	13	5
TOTAL GÉNÉRAL	183,063	15	3

Retenue de 20,000 toises cubes d'eau pour les chasses de l'écluse.

377. La rivière de Bresle passe actuellement dans la retenue. Il est toujours entré dans les premiers projets de la détourner et de la ramener dans le port par le nouveau canal OMR, qui lui a été préparé (*Voyez* planche XXVIII). Cette opération devient d'autant plus essentielle que, dans les vives-eaux, la mer refluant jusqu'à la ville d'Eu, où elle est retenue pendant près de cinq heures au moins, les portes des écluses étant fermées, elle empêche, pendant tout ce temps, le service de plusieurs moulins d'un revenu considérable.

La rivière n'a été conservée jusqu'à présent dans la retenue que pour donner plus de force aux chasses des écluses, qui avoient non-seulement à repousser le galet apporté journellement, mais encore celui qui encombroit le Chenal. Maintenant que la masse de galet est enlevée, on croit qu'il n'y a aucun inconvénient, à former une retenue de 20,000 toises cubes, à faire passer la Bresle dans le canal OMR, et à rendre aux moulins tous les avantages qu'ils perdent lorsque les portes des écluses sont fermées.

Cependant on a eu l'attention, pour favoriser le service des moulins, de laisser dans les portes de l'écluse des ouvertures assez grandes pour diminuer la hauteur des eaux.

Observations sur un projet général, qui pourroit s'exécuter par la suite.

Planche XXVIII.

378. La pêche formant, comme on sait, le principal commerce du Tréport, on a eu pour but, dans la nouvelle disposition des jetées que l'on propose, de réserver aux bateaux pêcheurs une retraite où ils fussent non seulement à l'abri de l'effet et du jeu des écluses, mais encore à portée des habitations des matelots et du centre du commerce.

La jetée d'aval, établie sur une même ligne droite A, B, C, satisfait à toutes les conditions que l'on peut exiger. En coupant cette jetée par un passage de 50 toises de largeur, on peut y former une retraite capable de contenir plusieurs bateaux pêcheurs.

La position de cette espèce de bassin n'exclut ni ne dérange aucun projet d'agrandinssemet nécessité par l'accroissement du commerce, qui pourroit s'établir dans la suite au Tréport, si l'entrée de la rivière de la Somme devient de plus en plus dangereuse, comme il y a lieu de le craindre.

La nouvelle jetée A, B, C, D, rencontrée obliquement par l'axe des écluses, se trouve disposée favorablement pour être, au moyen des chasses, débarrassée, sur toute sa longueur, du galet qui entrera dans le chenal.

Les parties de cette jetée sont différentes à raison de l'utilité dont elles sont susceptibles. La première partie AB n'est qu'un simple mur élevé seulement à la hauteur des chasses, afin de diriger leurs courans. La partie supérieure est destinée à former une cale pour le service de l'avant-port.

La jetée actuelle d'amont est totalement en ruine. On en a relevé, en 1781, une longueur de sept toises; mais comme le galet rentre dans le Chenal à l'extrémité de cette partie, du côté du port, il sera indispensable d'y porter la dérivation de la rivière de Bresle, en se restreignant à l'établissement d'une retenue d'eau qui ne donne pas d'alluvions de galets, ni des vases de la mer, objet digne de considération pour les avantages du port et du commerce.

CINQUIÈME SECTION.

PONT TOURNANT.

ARTICLE PREMIER.

Projet d'un pont tournant qui pourra s'établir à l'entrée de tous les bassins qui auroient depuis 36 *jusqu'à* 48, 50 *et* 56 *pieds d'ouverture.*

Planches XXXI, XXXII et XXXIII.

379. Dans nos grands ports de la Manche, tels que le Hâvre, Cherbourg et Dunkerque, où les plus hautes mers ne montent que de 18 à 20 pieds, on a proportionné l'ouverture des bassins à cette hauteur d'eau, c'est-à-dire à celle que prennent ordinairement les plus forts navires de commerce.

380. Cependant, comme quelques-uns de ces ports font partie des établissemens de la marine militaire, il seroit prudent de prévenir les circonstances où de gros navires de guerre seroient forcés de s'y réfugier pour y être radoubés, se trouvant trop éloignés de Brest. Les nouvelles dispositions à faire dans ces ports, sont d'autant plus nécessaires que la France vient de se préparer la possibilité de rassembler des armées navales à Cherbourg.

381. Une frégate de cinquante canons, armée en guerre avec six mois de vivres, ne tire que 17 pieds 6 pouces d'eau. Un vaisseau de soixante-quatorze canons étant désarmé et vide de la moitié

de son lest ne tire également que 17 pieds 6 pouces. Il s'ensuit donc qu'une hauteur d'eau de 18 pieds pourroit strictement suffire, si la largeur entre les bajoyers des bassins pouvoit permettre le passage de ces navires.

382. La largeur extérieure d'un vaisseau de soixante-quatorze canons est de 45 pieds. Celle d'une frégate de quarante canons peut passer par une ouverture de 40 pieds. Mais pour faciliter la manœuvre, et ne rien opposer à la saillie des œuvres mortes des vaisseaux, ainsi que des agrès indispensables dont ils sont garnis pour la guerre, il faudroit donner à l'entrée de tous ces bassins au moins 50 pieds de largeur.

383. On regardoit depuis long-temps les dimensions des ponts tournans comme absolument déterminées par les largeurs de 40 ou 42 pieds, qui se trouvoient entre les bajoyers des grandes écluses. On n'osoit pas même, dans la crainte de les rendre trop pesans, leur donner plus de 8 ou 9 pieds de large dans les grandes villes, où la communication étoit indispensable pour les personnes de pied, les traîneaux, ou les bêtes de somme. Tel étoit celui du Hâvre en 1776, lorsque je fus chargé de le réparer, ainsi que l'écluse du bassin.

384. L'assemblée des Ponts et Chaussées approuva le projet que je lui présentai en 1777, pour donner au nouveau pont tournant 14 pieds de largeur, compris deux trottoirs, et 8 pieds de passage pour les grosses voitures. Je fis manœuvrer ce pont la première fois le 27 février 1778, et depuis 14 années (1), il a été livré, sans avoir éprouvé aucun accident, aux commotions des voitures chargées de 4 à 5 milliers. Sa grande solidité consiste dans

(1) On vient d'apprendre, par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées employés au Hâvre, que le 3 messidor an 9 (1801), ce pont tournant se manœuvroit parfaitement, quoiqu'il ait servi depuis 23 années au passage de toute l'artillerie de la Citadelle, et à celui des nouveaux bâtimens que renferme le bassin.

la disposition de quatre supports tournans que j'ai ajoutés à l'ancien système de charpente; mais le poids des volées, dans leur mouvement de rotation, comme on va le voir, fatigue infiniment les bois, et donne lieu à de fréquentes réparations.

385. Effectivement, la longueur d'un pont tournant de 40 pieds de passage entre les bajoyers n'en a pas moins de 96 pieds pour les deux volées ensemble; c'est-à-dire que chaque volée a 48 pieds de long, pour que le centre de mouvement, sur lequel porte sa masse d'environ 100 milliers, soit placé à dix pieds au moins du parement des bajoyers. Il est donc certain que si l'on vouloit augmenter la distance entre les bajoyers jusqu'à 42, 48, 50 et 56 pieds, il faudroit, pour trouver tous les avantages de la manœuvre et de la solidité, changer l'ancien système des ponts tournans, afin de remplir les conditions suivantes.

386. Elles consistent 1°. à remédier à l'inconvénient des grandes volées et à leur peu de largeur; 2°. à leur donner toute la solidité possible pour supporter les plus pesantes voitures; 3°. à augmenter autant qu'on le jugera nécessaire l'ouverture entre les bajoyers, pour le passage des frégates de quarante canons et des vaisseaux de soixante-quatorze, comme je l'ai dit plus haut. Il ne s'agiroit donc, toutes choses égales d'ailleurs, que d'augmenter, en construisant les écluses, la largeur du radier d'environ 8 à 10 pieds.

387. A l'inspection du modèle que j'ai disposé pour un passage de 50 pieds, on aperçoit tous les avantages que je viens d'annoncer, et l'on reconnoît en même temps que ce système peut trouver son application non-seulement dans nos ports de commerce de la Manche, comme Cherbourg, le Hâvre, Dieppe (1) et

(1) Le port de Dieppe est le seul port de la Manche où la mer s'élève jusqu'à 34 pieds dans les équinoxes, et communément, dans les vives-eaux ordinaires, de 30 pieds. Il étoit donc possible d'y former un bassin à flot pour des vaisseaux de

Dunkerque, mais même dans les ports de l'Océan, pour des vaisseaux de cent canons, qui exigent, étant tout armés, 30 pieds de hauteur d'eau sur les radiers des formes ou écluses, avec une largeur de 56 pieds.

ARTICLE II.

Description d'un pont tournant d'une longueur moyenne de 48 pieds.

388. Pour rendre ce système plus général, *je me suis attaché* à lui donner la plus grande simplicité possible, à obtenir beaucoup de solidité, et à en rendre la manœuvre extrêmement facile.

En conséquence, j'ai disposé les volées pour être partagées en quatre parties, en observant que, quelque position qu'elles prennent dans leurs mouvemens circulaires, elles soient toujours soutenues à une extrémité par le pivot du poteau tourillon, et à celle opposée par un support en charpente, qui, reposant sur le radier, est porté par quatre roulettes de bois de gaïac ou de bronze. Il résulte de ce système que le pont aura toujours huit points d'appui principaux, pour entretenir sa charpente dans la même situation, et soulager les colliers des poteaux tourillons.

389. Je crois devoir examiner maintenant les situations les plus désavantageuses et les plus favorables d'un tel pont. La première aura lieu lorsque la mer sera totalement retirée et le radier découvert. Si l'on suppose alors le poids total du pont de 200 milliers, les huit points d'appui principaux seront chargés chacun

---

guerre de cent canons. La position de ce port, situé au milieu de la Manche, eût été très-inquiétante pour l'Angleterre. On auroit eu, en outre, la ressource d'y trouver d'un moment à l'autre plus de quatre cents bons matelots, que le commerce de la pêche y entretient.

de 25 milliers, et si dans ce moment il passoit une voiture portant 12 milliers, ils porteroient 26,500 livres, mais les supports du milieu sont garnis, dans leur base, de quatre roulettes; chacune d'elles ne seroit donc chargée que de 6,625 livres (1).

390. Pour se tranquilliser encore sur la solidité de ces roulettes, on peut se rappeler qu'un vanteau d'une grande écluse pèse environ 50 milliers. Ce poids se partageant également entre le pivot du chardonnet et la roulette placée du côté du busc, cette roulette porte 25 milliers. Or, dans ce cas, il se trouve quatre roulettes pour soutenir un poids de 26,500 livres; elles ne seroient donc chargées, dans la situation la plus désavantageuse, que du quart environ du poids dont sont chargées les roulettes précitées.

391. De même, dans la situation la plus favorable, il est aisé d'apercevoir que la mer montant successivement jusqu'à 18 et 19 pieds de hauteur, la charpente du pont étant moins pesante que l'eau de la mer qu'elle déplace, surnageroit, à volume égal, et auroit encore un excédent de force qui aideroit au soulagement des points d'appui chargés de la partie supérieure du pont.

392. D'après cet effet incontestable, je vais proposer un moyen nouveau pour faciliter l'ouverture et la fermeture du pont. L'expérience que j'ai de l'excellent service des tonnes, dont je me suis servi à Cherbourg, pour transporter à une lieue en mer des cônes du poids de 2 millions, m'a mis à même de juger avec quel avantage je pourrois employer un moyen semblable pour supporter la totalité du pont au moment de la pleine mer, ainsi qu'il est indiqué par le modèle. C'est ordinairement dans

(1) Le modèle de ce pont tournant est déposé au muséum de l'école nationale des Ponts et Chaussées.

les plus hautes marées que les gros navires entrent dans les bassins ou en sortent. Or, si le vide des tonnes est proportionné au poids total du pont, la manœuvre se fera, pour ainsi dire, d'elle-même, ou n'exigera que très-peu de force (1).

393. Quant aux observations qu'on peut faire sur les vases qui pourroient s'amonceler sur le radier, et qui s'opposeroient au mouvement des seize roulettes, je crois devoir rappeler que la mer baisse trois jours avant les nouvelles et pleines lunes, et trois jours après. Les éclusiers pourront donc, dans les premières vives-eaux, descendre sur le radier, nettoyer la totalité des vases, et rebattre, s'il est nécessaire, les cercles des tonnes. Les plus forts navires n'entrant et ne sortant que dans les plus hautes mers, ils auront trois jours de temps pour cette opération purement accidentelle.

394. La manœuvre de l'ouverture et de la fermeture d'un pont d'une longueur aussi grande que celle que je propose, m'a présenté des difficultés. Il étoit facile d'abord d'opérer l'ouverture au moyen des cordages appliqués à l'extrémité de chaque volée, pour les rapprocher contre les bajoyers; mais il n'étoit pas facile de les renvoyer à leurs points de réunion, sans une complication

---

(1) Si l'on avoit quelques inquiétudes sur la solidité de ces tonnes, je peux donner connoissance d'une lettre que m'écrivit M. de Quevanne, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, le 16 décembre 1790. Voici ses propres expressions :

« La tonne pour laquelle vous m'écrivez, Monsieur, a été trouvée le 4 juin dernier, » à 4 ou 5 lieues en mer, au nord-ouest du port de Saint-Valery en Caux, par » un bateau pêcheur du même port. Cette tonne avoit 11 pieds 9 pouces de longueur » sur 6 pieds de fond; elle portoit le n° 110. L'amirauté s'en est emparée et a » dressé son procès-verbal pour servir au besoin. »

Nota: D'après les dates que cite M. Quevanne, je présume que cette tonne étoit à la mer depuis plusieurs mois : elle étoit alors à plus de cinquante lieues de Cherbourg, flottant au gré de cet élément.

de cordages qui pouvoient devenir nuisibles au passage des vaisseaux, dont la marche ne doit jamais éprouver d'entraves.

395. J'ai donc pensé que je pouvois donner une disposition excentrique au pivot du poteau tourillon, par un coude de 6 pouces, afin que, pendant l'ouverture du pont, ce poteau s'éloignât peu à peu du bas des bajoyers, et en même temps relever le centre de gravité des volées du côté de leur extrémité, au moyen d'un plan incliné sur lequel monteroient les roulettes, et dont la hauteur seroit combinée avec la longueur du coude du pivot, de manière qu'il ne sortît jamais de sa crapaudine.

396. Il en résultera, ainsi que le modèle le fait connoître, que ces quatre volées descendront par leur propre poids, et se replaceront dans leur première position, étant toujours, comme je l'ai dit, soutenues par des roulettes, sur le plan incliné, sans que ce mouvement puisse altérer la solidité de la charpente.

397. Je crois avoir suffisamment démontré que ce nouveau système de pont tournant peut s'appliquer à toutes les entrées des bassins, même dans les ports militaires où la mer monteroit de 30 pieds. Il ne s'agira que d'employer plus ou moins de tonnes, dont le vide soit proportionné à la pesanteur du pont (1).

ARTICLE III.

Dimensions détaillées du pont tournant.

398. Ce pont aura 16 pieds de largeur de dehors en dehors, dont 8 pieds pour les voitures, et deux trottoirs, de chacun 4

(1) Les tonnes de Cherbourg, de 12 pieds de longueur et 6 pieds de diamètre, déplaçoient un volume d'eau équivalent à un poids de 24 milliers.

pieds de largeur, pour les personnes de pied; sa longueur entre les bajoyers sera de 48 pieds.

Manœuvre de l'ouverture et de la fermeture du pont.

399. Les quatre volées seront rangées contre les bajoyers, dans des chambres de retraite, où elles ne présenteront aucune saillie qui puisse nuire au passage des navires. Elles formeront deux galeries de 72 pieds de longueur chacune, avec une balustrade en dehors, pour contenir les spectateurs et faciliter la manœuvre du hallage; opération qui exige beaucoup d'ordre, particulièrement pour les plus forts navires.

Les moyens simples que j'ai expliqués ci-dessus, pour l'ouverture du pont, seront employés pour sa fermeture.

ARTICLE IV.

Aperçu de la dépense.

400. L'estimation de la maçonnerie des bajoyers et du radier ne pouvant se faire que d'après la connoissance du local et des prix du pays, je me suis restreint à la seule estimation du pont tournant, attendu que les prix du bois, du fer et du bronze sont à peu près les mêmes dans tous les ports.

Extrait du détail estimatif d'un quart du pont.

Bois.

		liv.	sous	den.
Il entrera pour une quatrième partie du pont 720 pieds de bois, ou 240 solives, lesquelles à 8 livres, à cause de la qualité du bois et de son choix, produiront une somme de		1,920	"	"
Pour façon, déchet, équipage, levage et pose de 240 solives, à 2 liv.		480	"	"

Fer.

	livres.			
30 boulons de 18 pouces, compris la tête et l'écrou, sur 15 lignes de grosseur	230			
10 autres, de 26 pouces sur 18 lignes	195			
20 supports des pièces de pont, de 20 pouces de longueur et 12 lignes de grosseur	133			
Balustrade en fer	1,812			
Bandes de fer sous le roulage des voitures	560			
4 colliers et frettes du pivot avec leur armure et scellement dans la maçonnerie	1,140			
160 livres de chevilles ébarbelées	160			
Poids total du fer	4,230			
Les 4,230 livres de fer, pour fourniture, façon et pose, à 9 sous		1,903	10	"

Bronze.

Suivant les détails, tant pour les tourillons, la crapaudine et sa culasse, que pour les 3 essieux du patin et les roulettes, ensemble	454			
Les 454 livres, à 50 sous l'une, compris la fourniture, la façon des moules, et le scellement		1,135	"	"
TOTAL d'un quart du pont		5,438	10	"
Les quatre parties ensemble s'élèvent à		21,754	"	"
Un dixième de bénéfice pour l'entrepreneur		2,175	8	"
Ensemble		23,929	8	"
Somme à valoir pour dépense imprévue		3,000	"	"
TOTAL du pont tournant, sans les bajoyers		26,929	8	"

Nota. Si l'on vouloit y ajouter les tonnes ainsi que la charpente nécessaire pour les contenir, suivant le détail estimatif que j'en ai fait, l'augmentation seroit de 1,600 livres, ce qui porteroit la dépense totale du pont à 28,529 livres 8 sous.

A Paris, ce 20 décembre 1790.

SIXIÈME SECTION.

PONT DES ARTS.

Projet d'un pont à construire à Paris, entre le Pont-Neuf et celui des Tuileries, présenté au Conseil des Ponts et Chaussées, le 8 floréal an 9.

401. L'intérêt public sollicitoit l'établissement d'une communication permanente et sûre entre les quais du Louvre et celui des Quatre-Nations; mais son emplacement fut long-temps un objet d'indécision.

L'idée la plus naturelle étoit sans doute d'unir les deux rives de la Seine par un pont, situé à une distance à peu près égale du Pont-Neuf et de celui des Tuileries, et correspondant au débouché des rues Froimanteau et des Petits-Augustins.

Cependant cette position n'étoit pas exempte d'inconvéniens. Le quai du Louvre étant exposé à des inondations lors des débordemens de la Seine, il eût été nécessaire d'en exhausser le sol, de construire un aquéduc très-prolongé dans la rue Froimanteau pour l'écoulement des eaux pluviales, des rues adjacentes. Ces innovations indispensables eussent rendu le port Saint-Nicolas d'un accès très-difficile, et l'abreuvoir qui en dépend eût été nécessairement supprimé, etc. etc. Ces diverses considérations déterminèrent à fixer l'emplacement de ce nouveau pont sur l'axe du palais des Arts et de l'édifice des Quatre-Nations.

402. Dès le 11 vendémiaire de l'an 9, M. le Conseiller d'Etat

directeur général des Ponts et Chaussées m'ayant confié le soin de faire pour cet emplacement le projet d'une communication exclusivement accessible aux gens de pied, je présentai au Conseil général des Ponts et Chaussées, le 8 floréal de la même année, le modèle d'un pont (planche 34), composé de onze travées en fer, de 48 pieds d'ouverture, reposant sur des palées de charpente, et dont les pieux, battus au refus d'un mouton de 1,200 livres, devoient être couronnés par des coussinets de fonte.

D'après l'expérience citée dans l'œuvre de Peronnet, pag. 584, qui constate qu'un pieu de 18 pieds de longueur au-dessus de sa fiche, battu au refus, et contenu par des *moises* à 9 pieds d'intervalle, est susceptible d'une résistance de 80 milliers; les neuf principaux pieux, dont chaque palée devoit être composée, offroient ensemble une résistance de 720 milliers; d'où il résulte que la résistance statique du pont étoit de 8,640 milliers, solidité plus que suffisante pour un ouvrage de ce genre, dont la dépense, ainsi qu'on en jugera par le détail ci-après, n'eût pas excédé la somme de 200,000 francs.

Si le pont des Arts n'a pas été entièrement exécuté comme je l'ai proposé dès le principe, je n'en tiens pas moins à honneur d'avoir conçu la première idée de cet ouvrage, et d'en avoir ainsi préparé le succès, à l'âge de quatre-vingt-deux ans, et sous les auspices du Conseil général des Ponts et Chaussées (1).

---

(1) Le modèle de ce projet, approuvé par le Conseil général des Ponts et Chaussées, est au dépôt des plans et modèles de l'école impériale de ce corps.

Estimation approchée du projet.

DÉTAIL DE LA CHARPENTE D'UNE PALÉE.

	toi. pi. pou.	sol. pi. po.	liv. sous. den.
403. Les 9 pilots qui composent chaque palée.			
Long. ensemble ..	45 0 0	90 0 0	
Grosseur réduite..	12 et 12		
Un pieu d'arrière-bec et 10 pieux de brise-glaces.			
Longueur réduite..	2 0 0	44 0 0	
Grosseur.	12 et 12		
		134 0 0	
Les 134 solives, à 8 liv. l'une, valent			1,072ᵗᵗ 0ʃ 0ᵈ
Le chapeau des grands pilots.			
Longueur.	6 0 0	17 3 0	
Grosseur.	14 et 15		
2 moises doubles de basses palées, comprise celle des brise-glaces.			
Long. ensemble . .	18 0 0	28 0 0	
Gross. ensemble. .	14 et 8		
6 moises obliques doubles, comprise celle des brise-glaces.			
Long. ensemble. .	34 0 0	52 5 4	
Grosseur	14 et 8		
Une moise double horizontale.			
Longueur.	6 0 0	12 0 0	
Grosseur	12 et 12		
Un chapeau de brise-glaces.			
Longueur.	3 2 0	8 0 5	
Grosseur	14 et 14		
2 chapeaux d'évasement.			
Long. ensemble . .	6 0 0	12 0 0	
Grosseur	12 et 12		
2 montans d'évasement.			
Long. ensemble . .	3 0 0	6 0 0	
Grosseur	12 et 12		
		136 2 9	1,072 0 0

	toi. pi. pou.	sol pi. pou.	liv. sous. den.
D'autre part		136 2 9	1,072# 0s 0d
Madriers de recouvrement de brise-glaces.			
Superficie ensem. .	5 0 0	1 0 8	
Épaisseur	0 0 4		
TOTAL des bois.		137 3 5	
Les 137 solives 3 pieds 5 pouces, à 8 liv. l'une, valent.			1,100 11 1
Pour façon, pose et main-d'œuvre des 137 solives 3 pieds 5 pouces de bois d'équarrissage, à raison de 40 sols . .			275 2 9
Les 9 grands pilots des travées, ainsi que les 11 pieux de brise-glaces, seront tous armés d'un sabot en fer du poids de 30 livres, compris les clous, et pour les 20 ensemble 600 livres, estimés, mis en place, à 8 sous la livre			240 0 0
Battage des pieux.			
Le prix pour le battage d'un pieu de 30 pieds de longueur, mis au refus d'un mouton du poids de 1,200 livres, estimé, compris le loyer d'un grand bateau ponté et frais de sonnettes, d'après l'expérience, à 45 livres, et pour les 9			405 0 0
Celui des 11 pieux de brise-glaces, de 12 pieds de longueur réduite, également battus au refus d'un mouton de 1,200 livres, peut être réduit, vu la facilité de la manœuvre, à 12 livres, et pour les 11, à la somme de			132 0 0
Fer des boulons et armatures des brise-glaces.			
42 grands boulons des doubles moises, tant des basses palées que de celles inclinées et des brise-glaces, chacun de 36 pouces de long, compris têtes et écrous, pesant 25 livres, et les 42 ensemble		livres. 1,050 0 0	
Les bandes de fer servant d'armature aux moises des basses palées et brise-glaces, longueur ensemble 22 pieds, sur 4 pouces de hauteur et 6 lignes d'épaisseur, produisent, compris les chevilles de fer . . .		736 0 0	
TOTAL		1,786 0 0	3,224 13 10

	ff ſ ♃	liv. sous. den.
Ci-contre	3,224 13 10	
Les 1,786 livres de fer, à 8 sous la livre	714 8 0	
L'armature du brise-glace en fer fondu, sur 18 pieds de longueur, 6 pouces de largeur et 12 lignes d'épaisseur, du poids de 1,296 livres, à 6 sous l'une, compris pose et ajustement.	388 16 0	
8 broches à têtes plates pour le fixer, chacune du poids de 10 livres, ensemble 80 livres, à 8 sous	32 0 0	
	4,359 17 10	
Un dixième de bénéfice à l'entrepreneur	435 19 9	
Total du prix d'une palée	4,795 17 7	
Et pour les dix palées, la somme de		47,958 15 10

Partie supérieure des onze travées.

404. Chaque travée aura 48 pieds d'ouverture; elle sera fermée par un arc en fer, de 52 pieds de développement. Sa flèche, au milieu, sera de 9 pieds.

Cet arc sera divisé en deux parties, qui seront préparées pour recevoir ensemble, à leurs extrémités, trois tourillons de fer de 2 pouces et demi de grosseur, et qui traverseront toute la largeur du pont.

Outre cela, chacune de ces parties d'arc, posée de champ, ayant 28 pieds de longueur, aura une courbure de 2 pieds dans le milieu de sa longueur, prise de centre en centre des tourillons. Il sera pratiqué à ce point un renfort en forme de moufle, pour recevoir un semblable tourillon, de manière que le grand arc de cercle sera saisi par cinq de ces grands boulons.

Mais comme ces arcs, au nombre de cinq, seront posés de 6 pieds en 6 pieds, parallèlement dans toute la longueur du pont, ils formeront ensemble le ceintre ou la plate-forme de la travée sur laquelle le passage public sera établi très-solidement, comme on en jugera par les détails suivans.

Détail de la plate-forme d'une ferme en fer.

408. Un demi-arc en fer, compris les mouffles, sera de 336 pouces sur 5 pouces de hauteur et un pouce d'épaisseur, ce qui donnera 1,680 pouces cubes,			47,958 15 10

	livres.			ff	ſ	₰	liv.	sous	den.
De l'autre part.				. . . . .			47,958	15	10
dont, suivant diverses expériences, 3 pouces cubes ensemble font une livre, compris un petit déchet de forge, ce qui produira le poids de	560	0	0						
La moufle du milieu évaluée avec les rivets à.	20	0	0						
Poids d'un demi-arc en fer battu.	580	0	0						
Les dix qui composeront toute la travée péseront ensemble la quantité de				5,800	0	0			
Les neuf grands tourillons de fer rond.									
Chacun des tourillons aura 25 pieds de longueur, compris la tête et l'écrou, produisant 600 pouces, qui, divisés par 3, donnent 200 livres, et pour les 9. . . .	1,800	0	0						
10 grands supports de 7 pieds de longueur sur 3 pouces de largeur et un pouce d'épaisseur, établis sur les tourillons du grand arc, et percés par le haut pour recevoir un des tourillons, péseront chacun 84 livres, et ensemble	840	0	0	2,640	0	0			
Total du fer battu qui entrera dans la composition d'une travée				8,440	0	0			
Et pour les onze travées				92,840	0	0			
Les 92,840 livres de fer battu, à 15 sous la livre, pour fourniture, façon et pose, forment la somme de. . . .				69,630	0	0	76,593	0	0
Un dixième de bénéfice				6,963	0	0			
							124,551	15	10

			liv. sous den.
Ci-contre			124,551 15 10
Fonte.			
36 coussinets de fer fondu, placés sur les chapeaux des palées, pour recevoir les extrémités des grands arcs, ayant 12 pouces de longueur, 6 pouces de largeur et 6 pouces de hauteur, évalués chacun 144 livres, lesquels, à 8 sous la livre, mis en place, vaudront la somme de.	liv. s. d. 2,073 12 0		2,073 12 0
Recouvrement en bois.			
La longueur totale du pont est de 88 toises sur 4 toises de largeur, formant 352 toises superficielles.			
Les quatre cours de poutrelles, qui seront d'abord placées dans toute la longueur du pont, sur les extrémités des grands arcs de supports.			
toi. pi. po.	sol. pi. pou.		
Long. ensemble . . 352 0 0			
Grosseur . . . . . 12 et 12	704 0 0		
10 entretoises sur l'extrémité des supports.			
Long. ensemble . . 40 0 0			
Grosseur . . . . . 12 et 12	80 0 0		
Le recouvrement du pont en madriers.			
Superficie 352 0 0			
Epaisseur 0 0 2	704 0 0		
TOTAL des bois du recouvrement . .	1,488 0 0		
Les 1,488 solives, à 10 livres l'une, vaudront..	14,880liv		
Un dixième de bénéfice à l'entrepreneur	1,488	16,368 0 0	
Pour 6,000 chevilles de fer de 4 pouces de longueur, pour fixer les madriers sur les poutrelles et entretoises, à raison de 3 à la livre, ensemble 2,000 livres, à 12 sous, pour fourniture et pose, compris un dixième de bénéfice		1,200 0 0	17,568 0 0
Balustrade en fer.			
409. La balustrade en fer, qui régnera sur les deux côtés de la longueur du pont, sera de deux fois cette longueur, c'est-à-dire de 176 toises courantes, lesquelles, à raison de 55 livres l'une, compris un dixième de bénéfice, valent.			9,680 0 0
			153,873 7 10

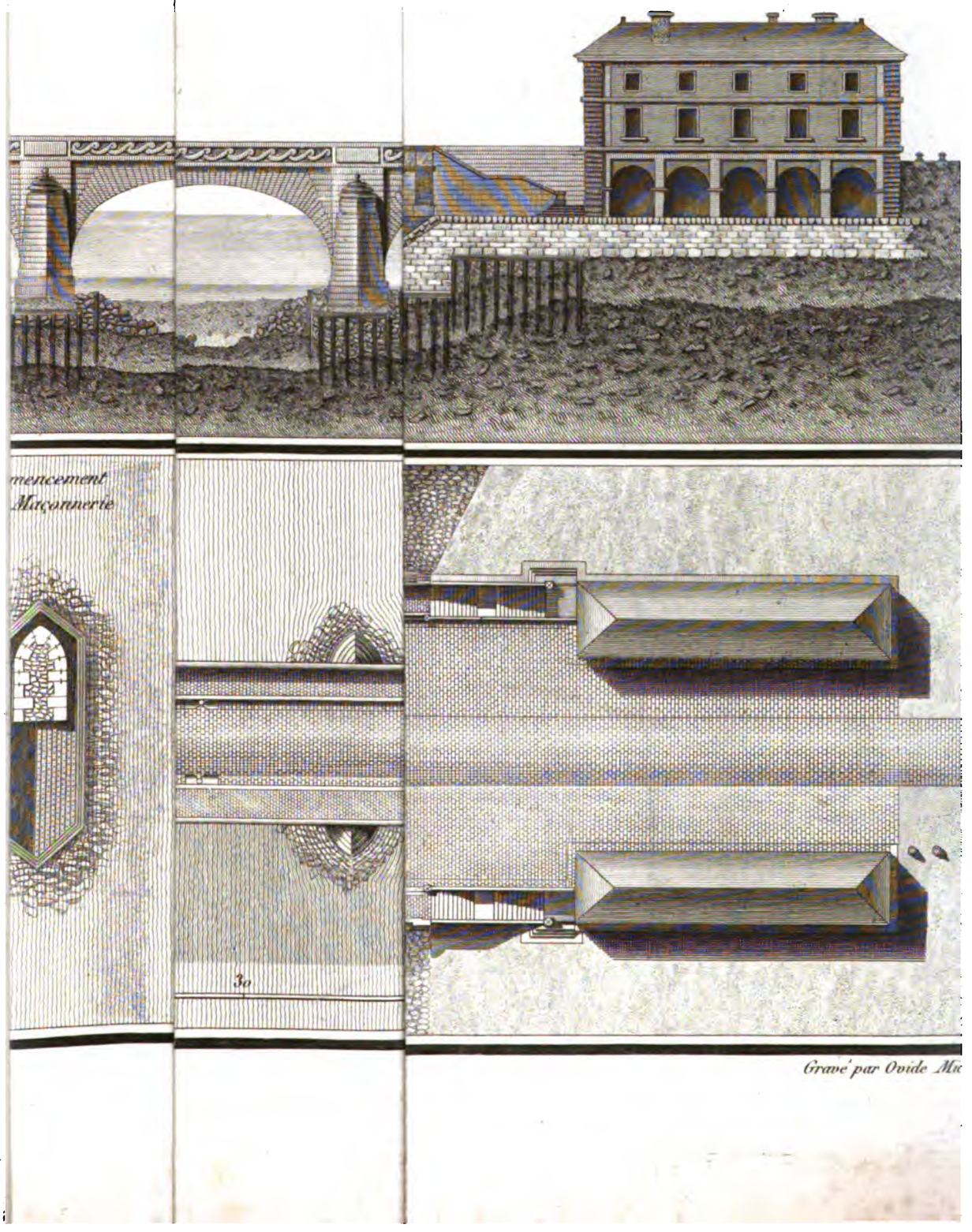
	liv. sous. den.
De l'autre part	153,873 7 10
Abords du pont.	
On estime pour le raccordement des abords du pont, dans les murs de quai, ainsi que pour les deux escaliers des extrémités, une somme de	18,000 0 0
Dépenses accessoires.	
Pour la construction de deux petits logemens destinés à la recette journalière du droit de passe . . . . . 6,000^{liv} 0^{s} 0^{d}	
Somme à valoir, tant pour la peinture que pour les dépenses imprévues. 12,288 0 0	18,288 0 0
Aperçu total de la dépense	190,161 7 10

Fin du premier volume.

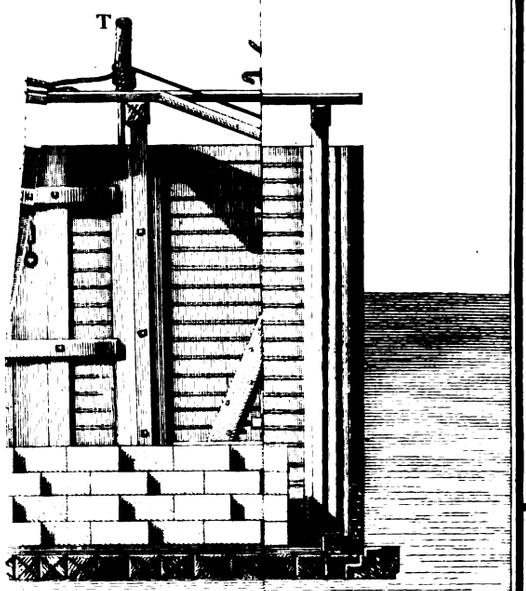
ÉLÉV

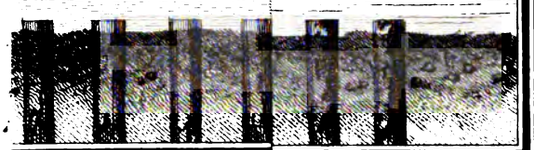
des fonda

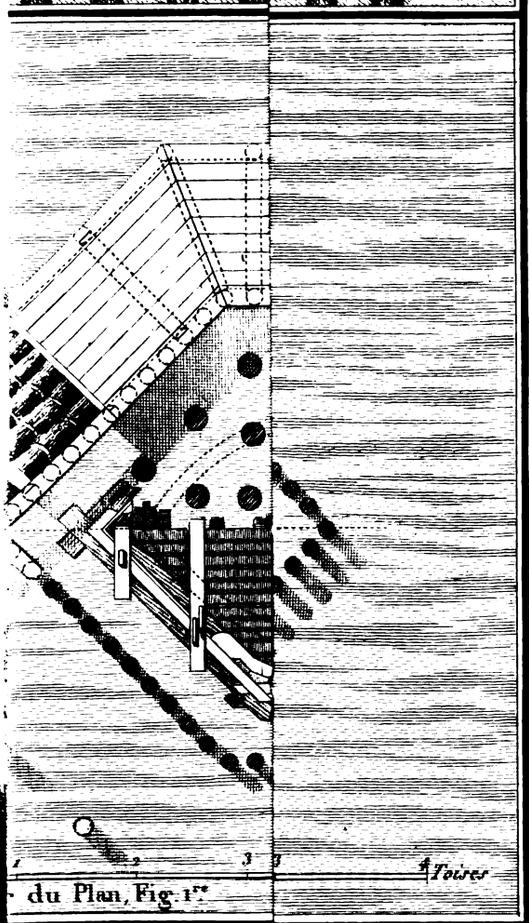
commencé



Gravé par Ovide Mic







du Plan, Fig. 1re

Fig. 5.

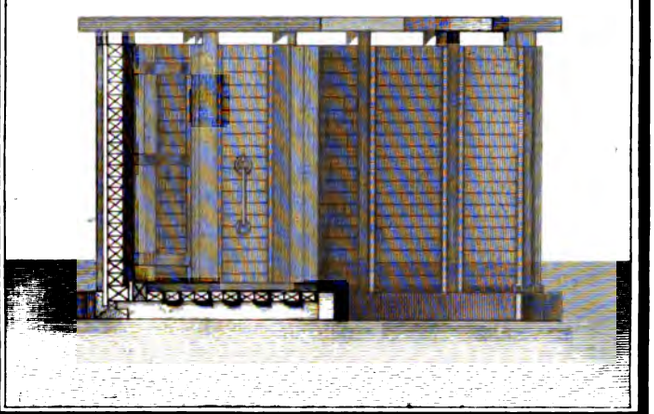
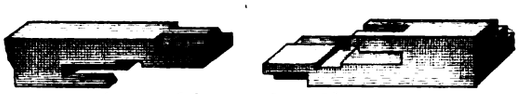


Fig. 6.

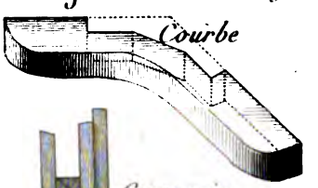


Assemblage des Chapeaux

Détail des joints avec le cordon de mousse recouvert d'un gavet cloué.

3

Assemblage des Longuerines

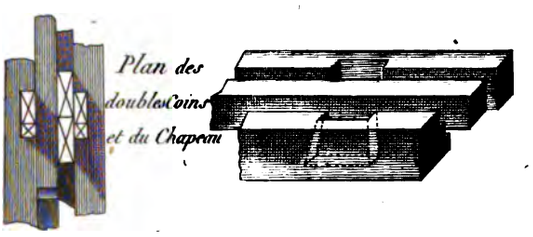


Courbe

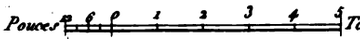
Coupe prise dans les Mortoises des doubles Coins

4

Montant et Coin avec leur tenon et Mortoise



Plan des doubles Coins et du Chapeau



Gravé par E. Collin.

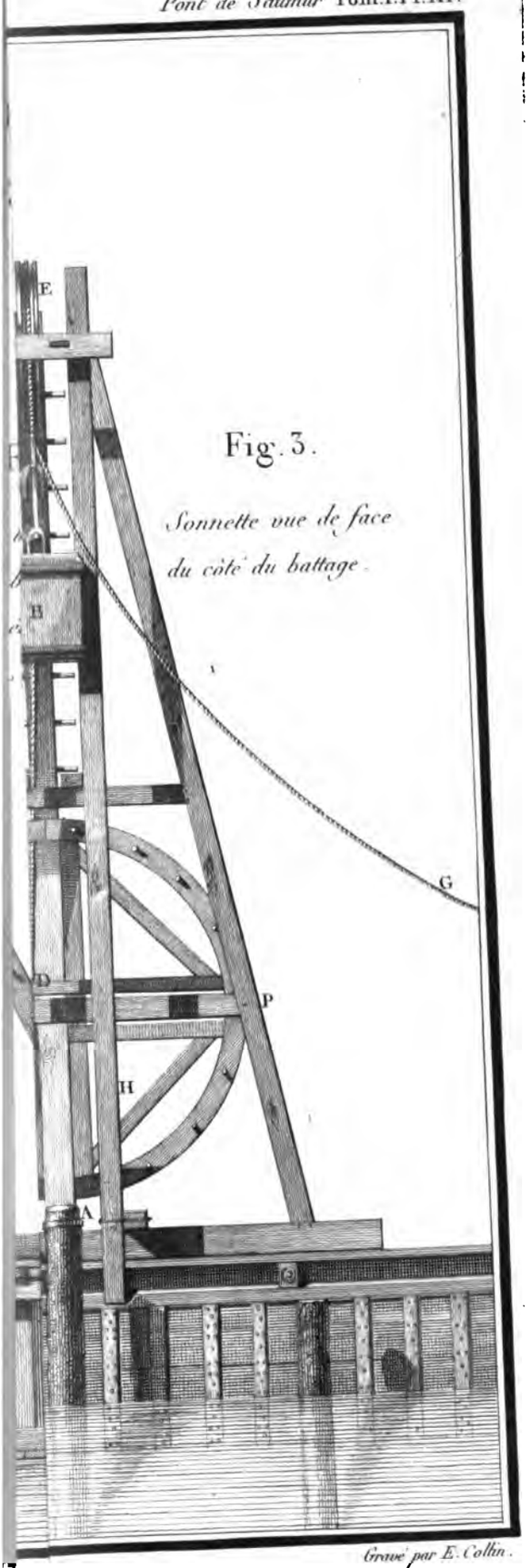


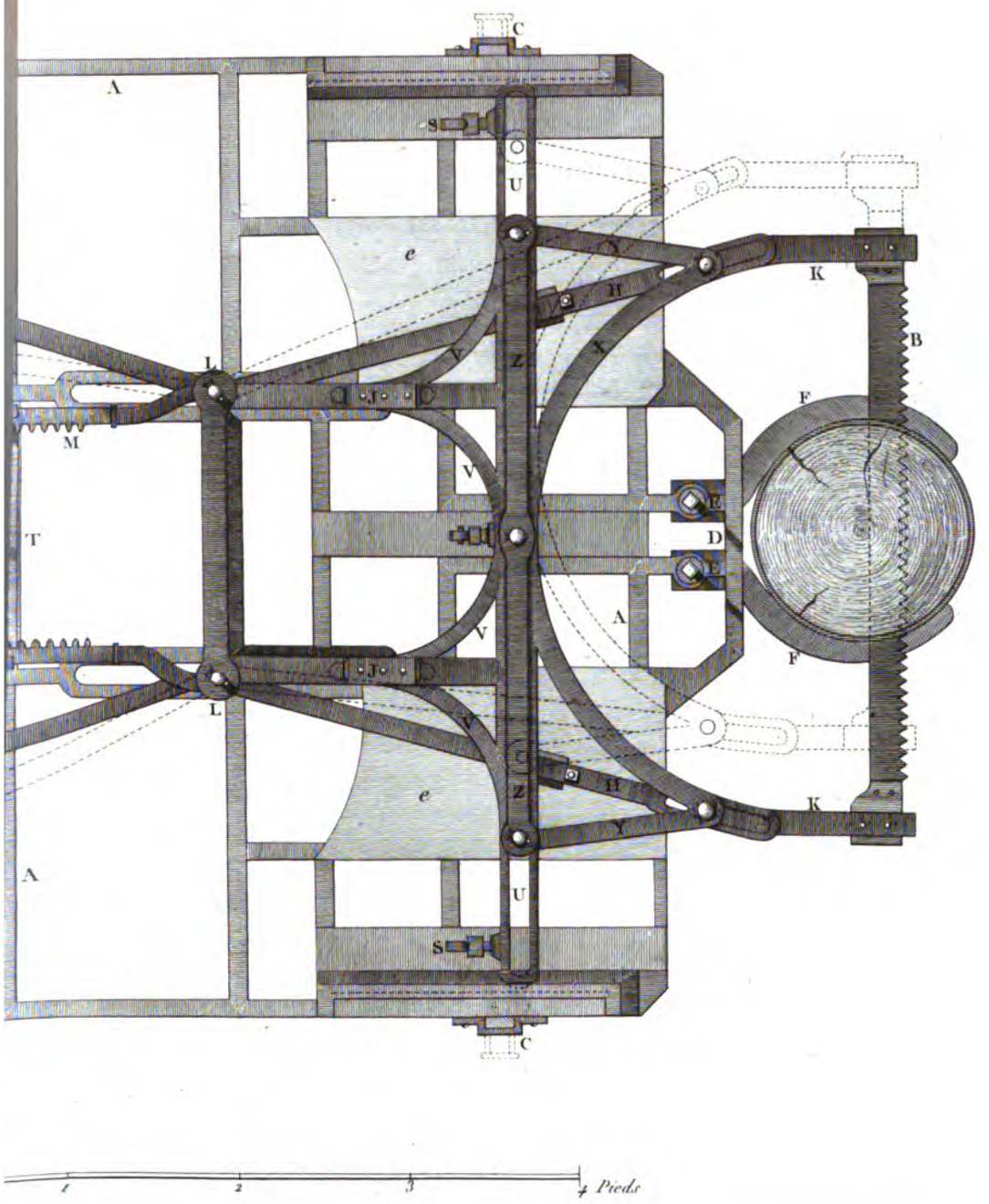
Fig. 3.

Sonnette vue de face du côté du battage.

Gravé par E. Collin.

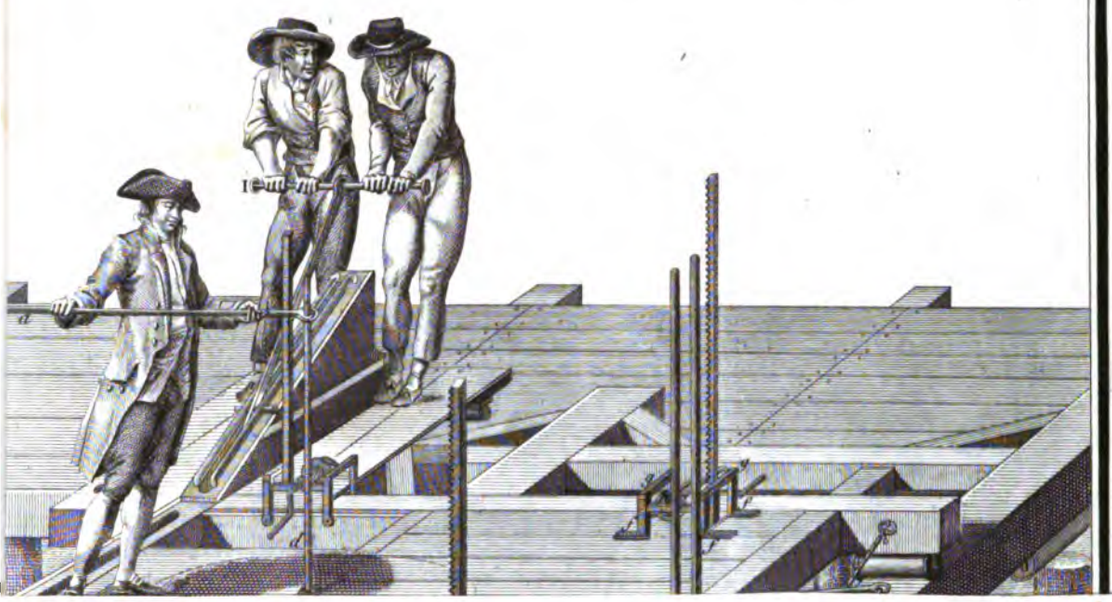
par E. Collin.

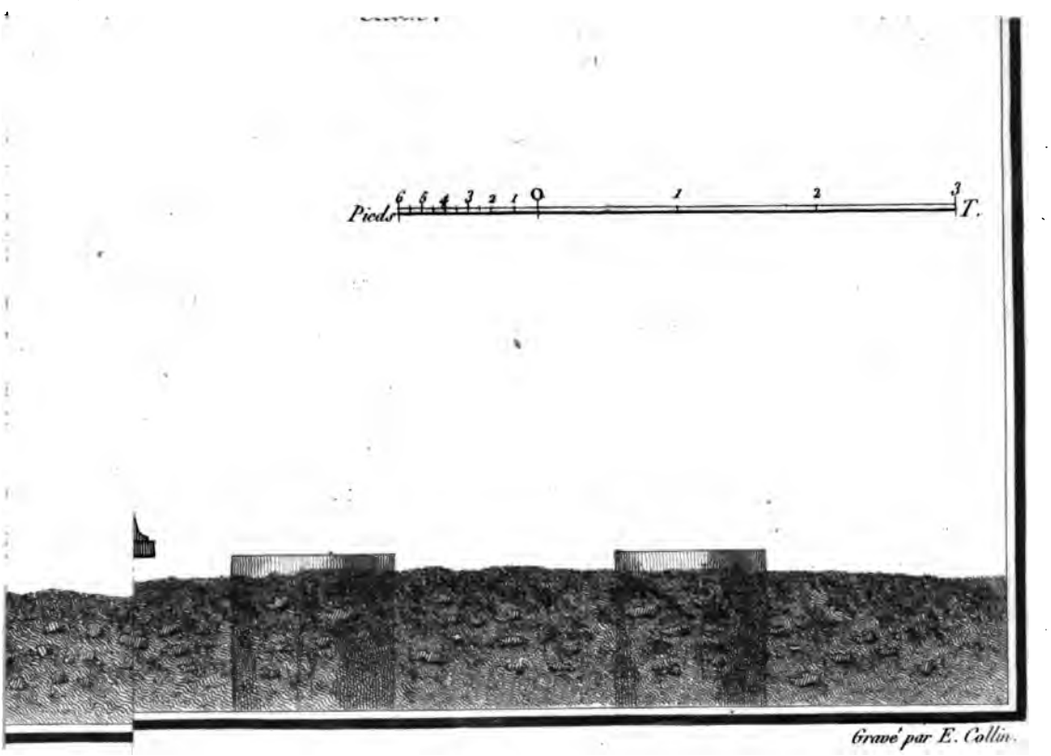
receper les Pieux au fond de l'Eau.

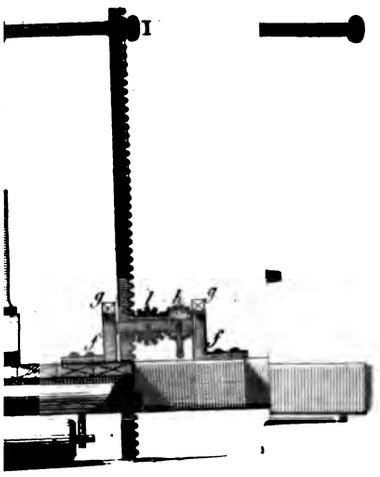


Gravé par E. Collin

pour receper les pilots, à 12 ou 15 Pieds au dessous de l'Eau.




Pieds
6 5 4 3 2 1 0 1 2 3
T.
Gravé par E. Collin.



Profil de la Machine operant à dix Pieds au dessous des plus basses Eaux.

ur son appontement de construction

mettre à flot au moyen des leviers d'abattage AAAAA.

retirées, le Caisson porté en avant, prend sa course et se

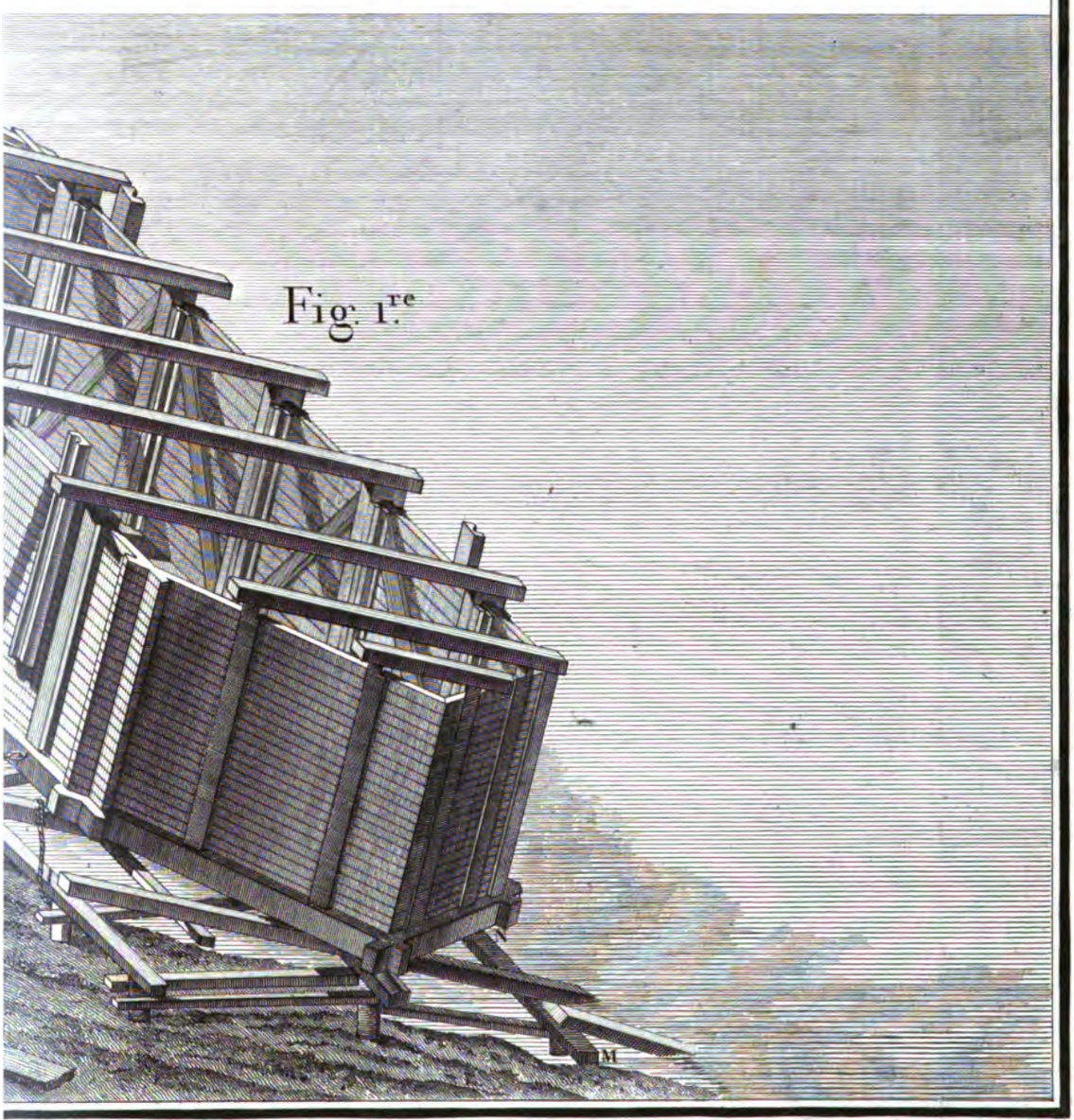
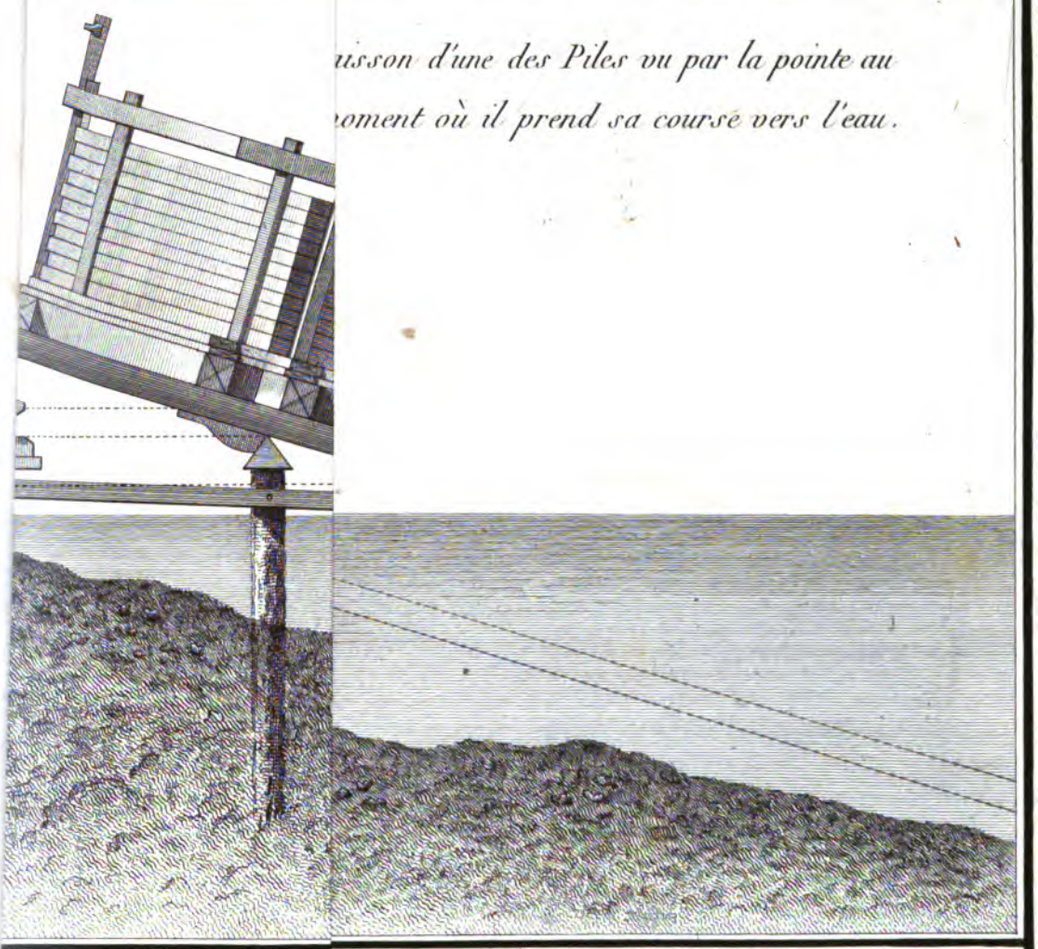


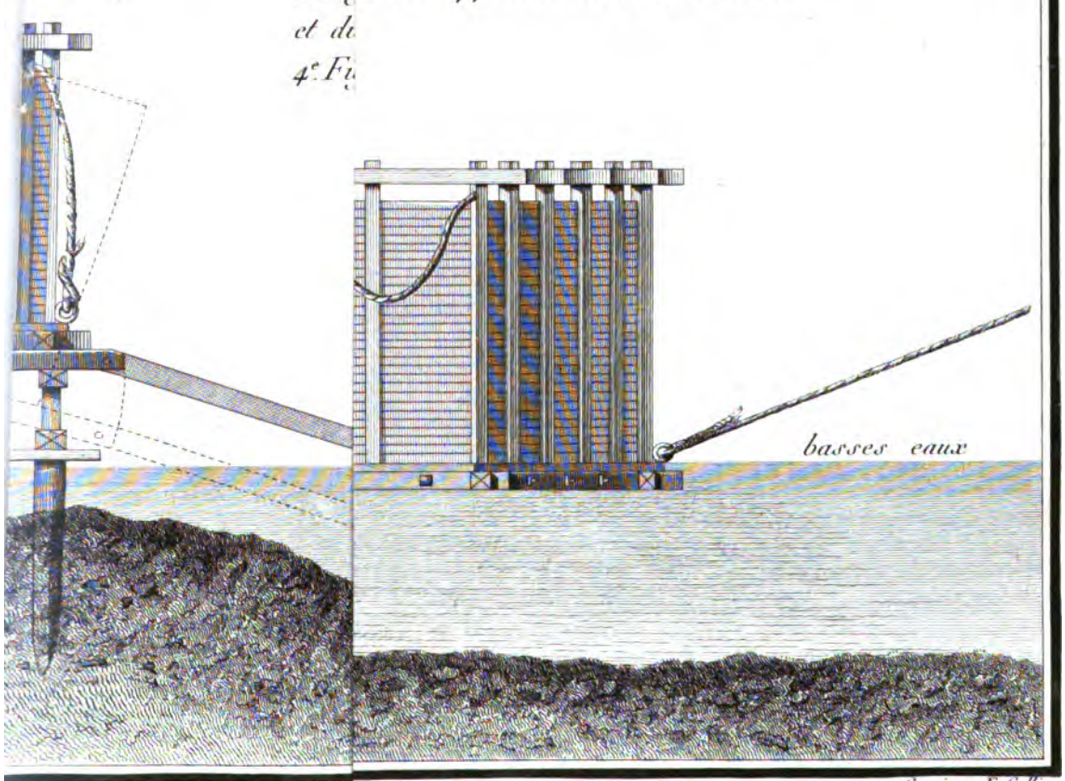
Fig. 1re

Gravé par O. Michel.

…isson d'une des Piles vu par la pointe au
…oment où il prend sa course vers l'eau.

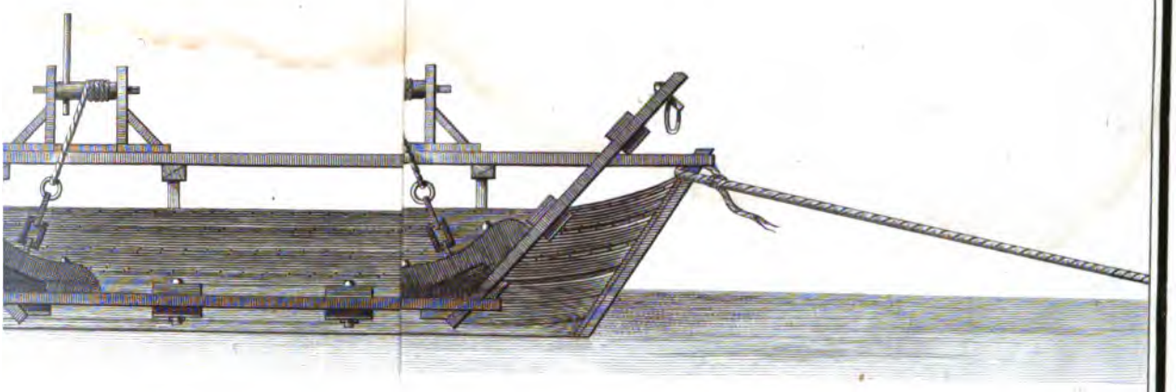


3e. Fig… son appontement de construction
et de…
4e. Fig…



Gravé par E. Collin.

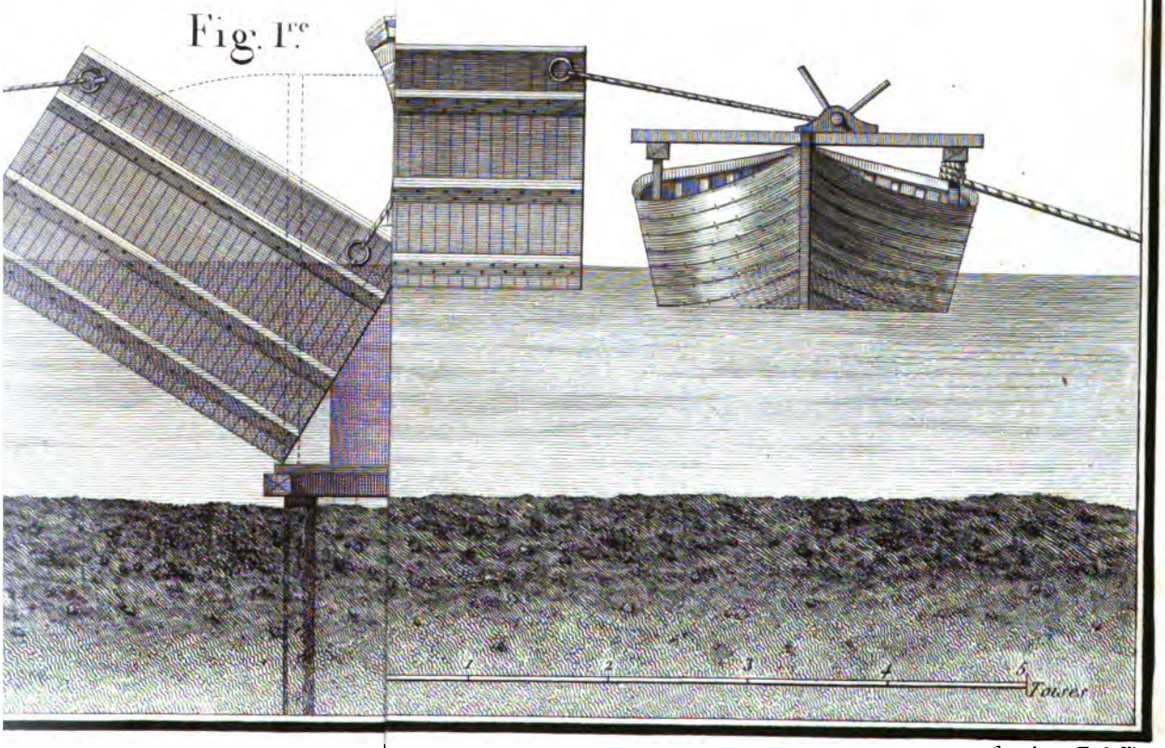
n des bords du Caisson pour è cet effet.



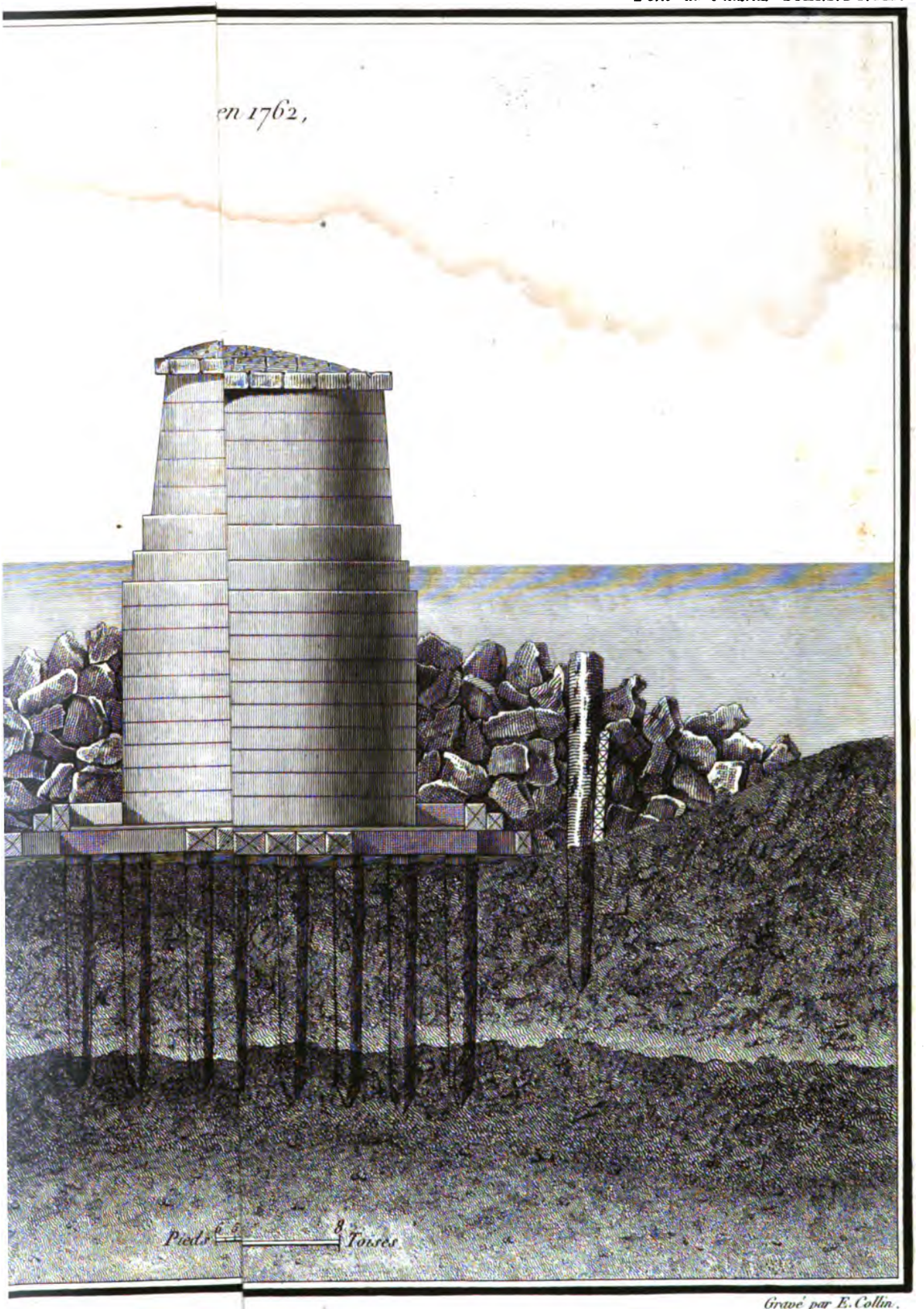
édé qui a été suivi pour enlevt

ue la pile avait été élevée au

Fig. Ire

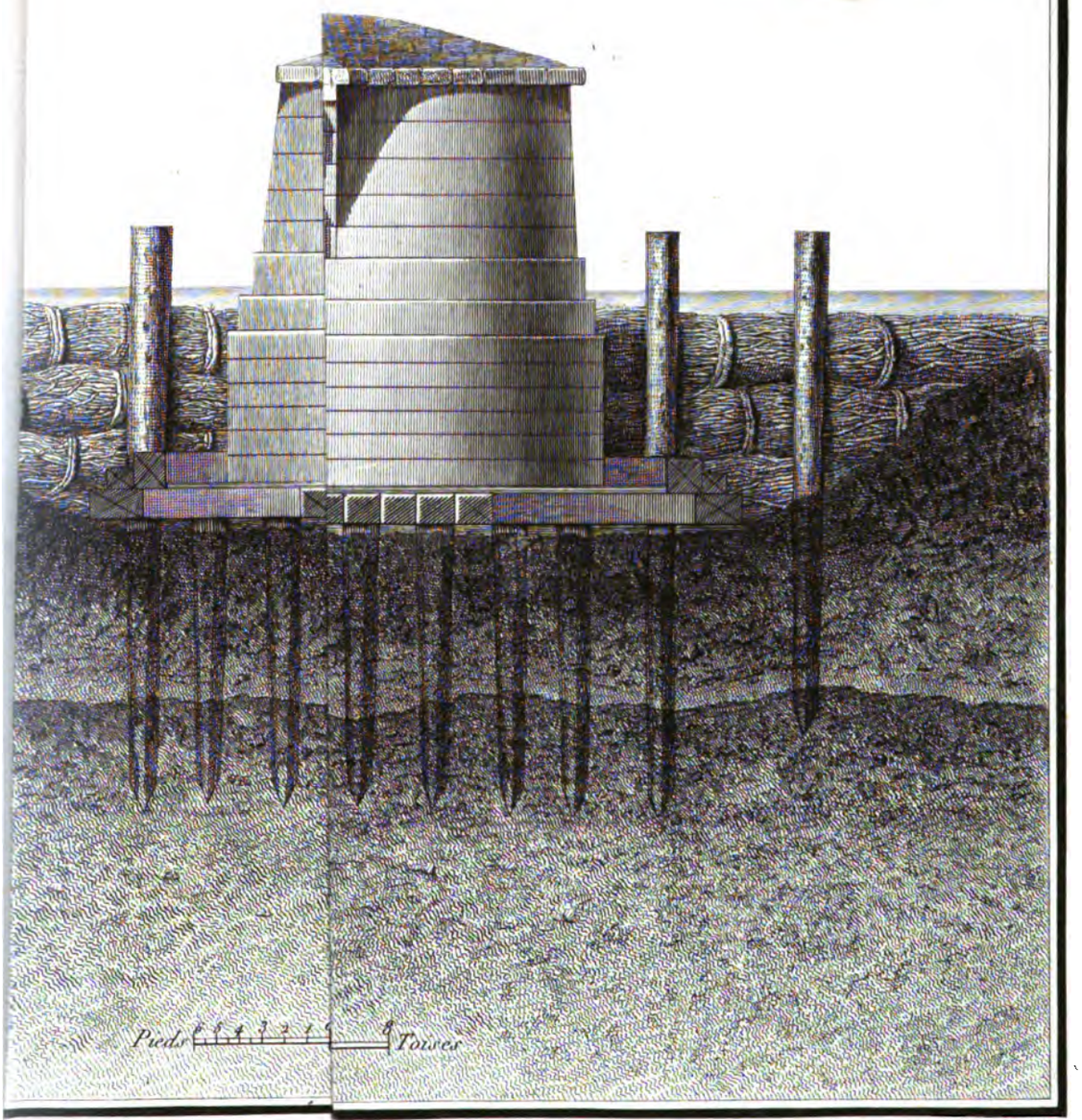


Gravé par E. Collin.



Gravé par E. Collin.

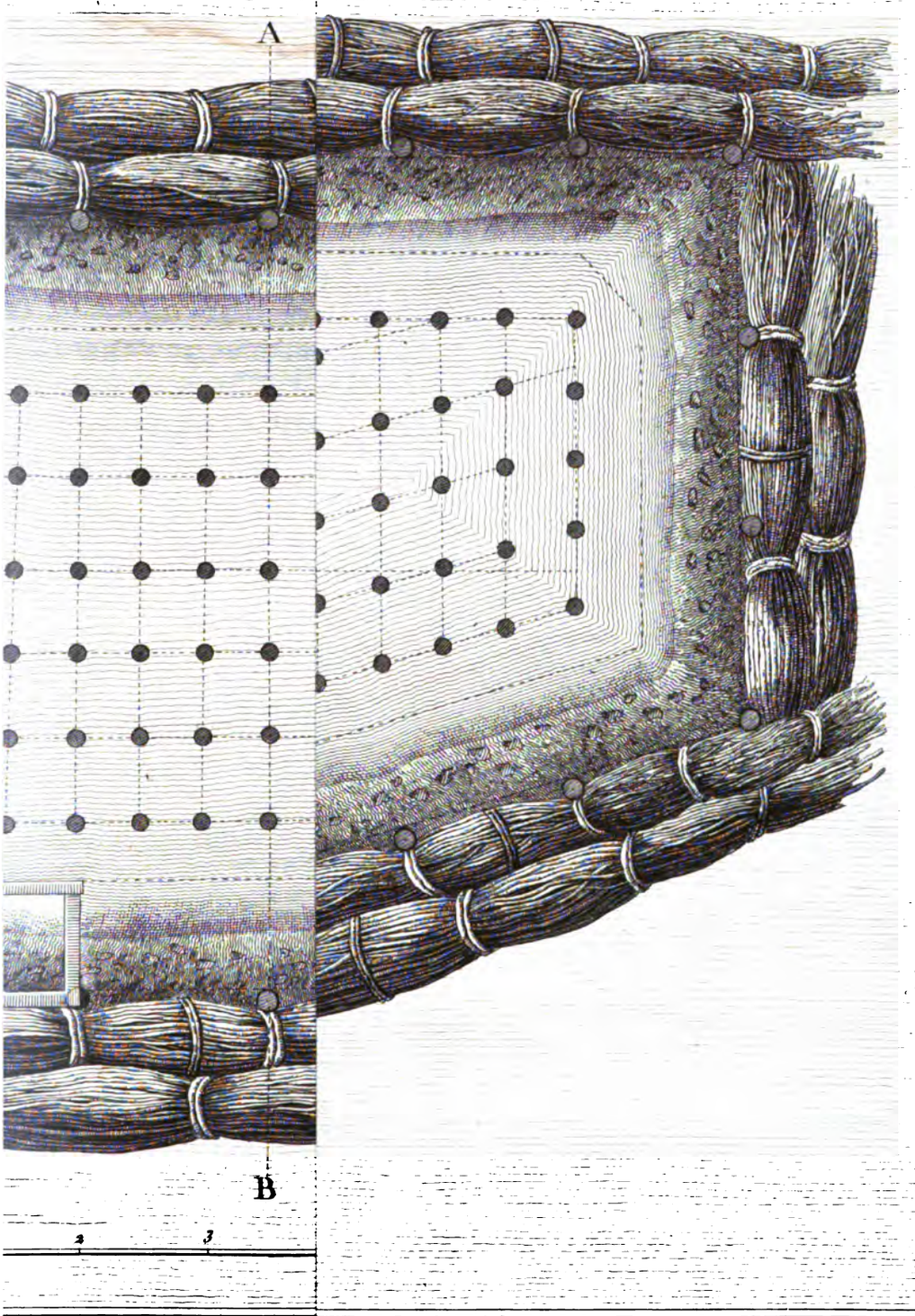
Disposition des Piles.



Gravé par E. Collin.

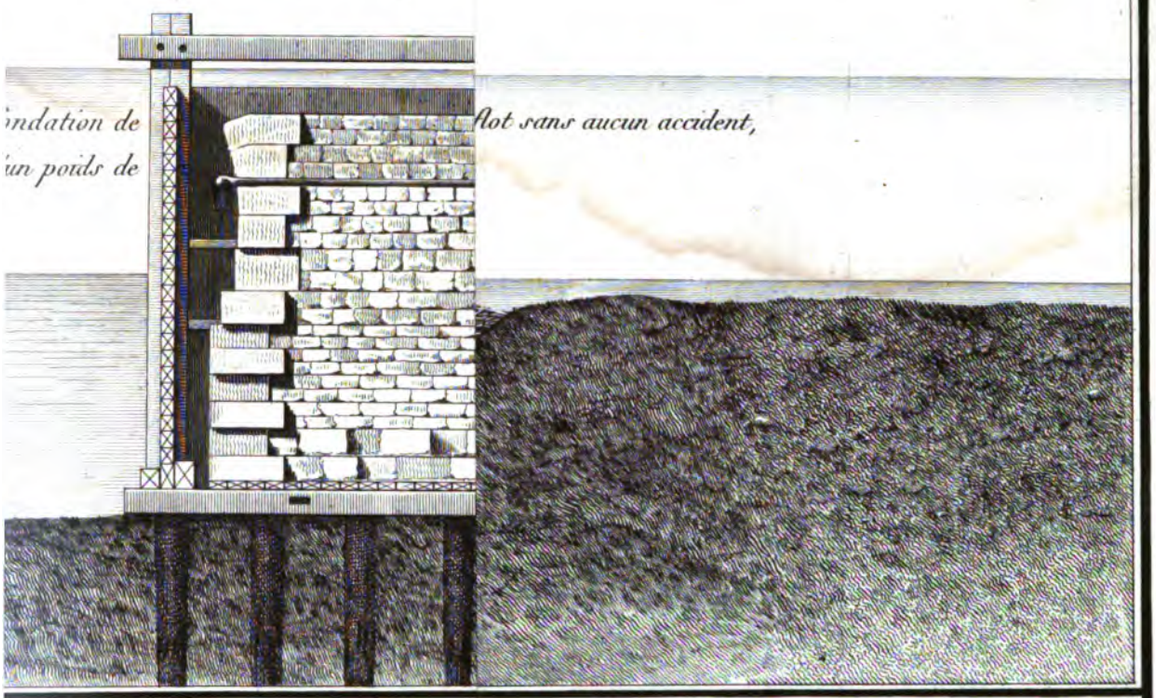
s batardeau ni épuisement faciliter le

age, ainsi que l'appontem



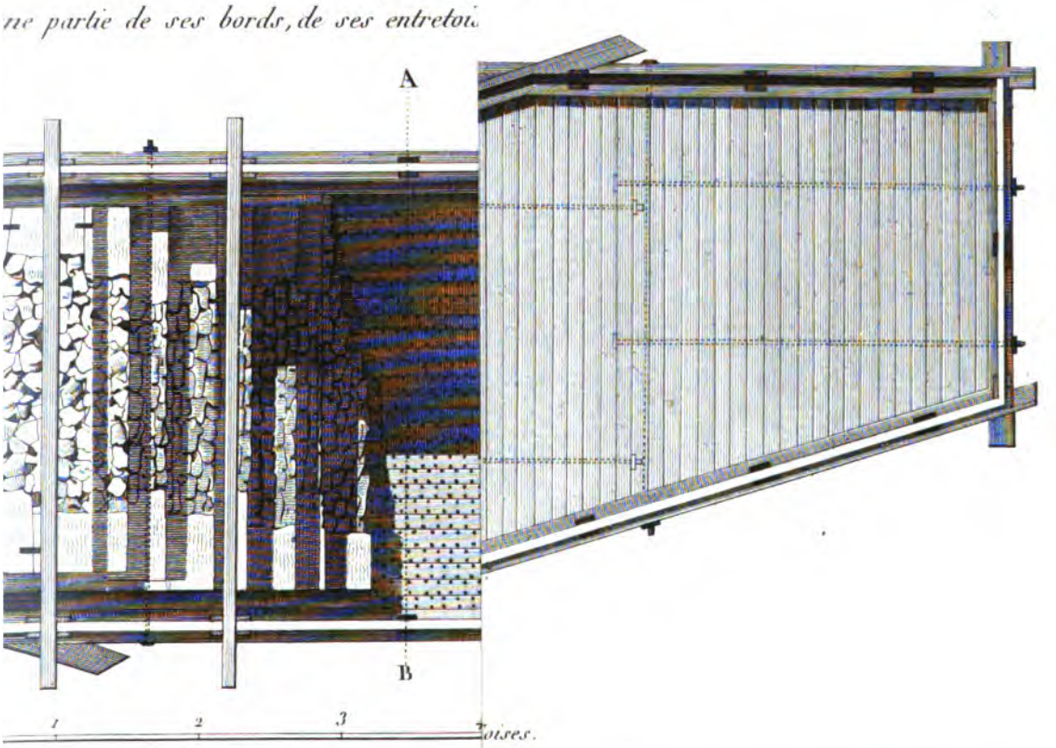
Gravé par E. Collin.

Coupe sur la Ligne



ndation de *flot sans aucun accident,*
un poids de

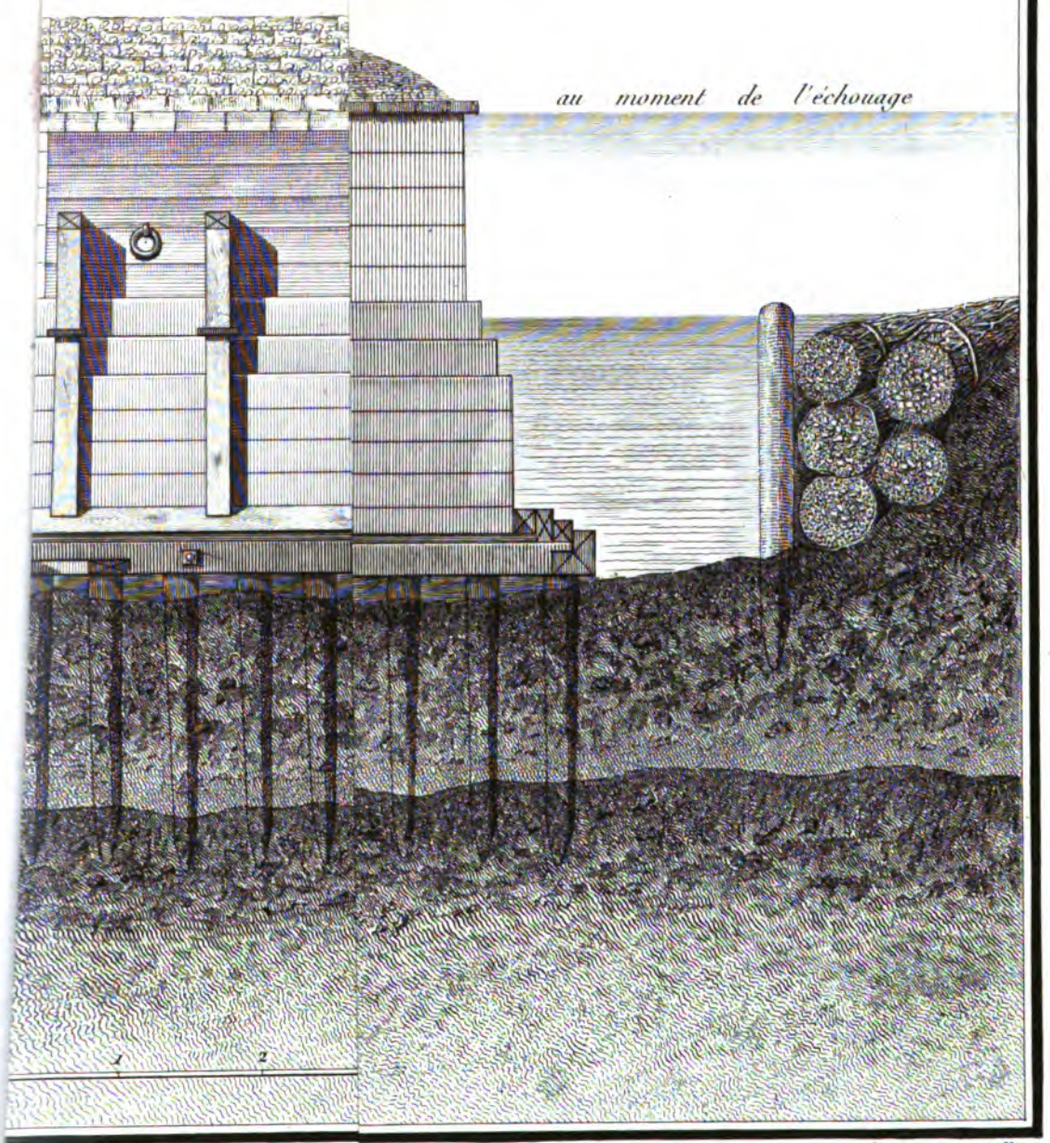
ndation de la seconde culée, compris la madriers,
ne partie de ses bords, de ses entretoi



Gravé par E. Collin.

la seconde culée fond

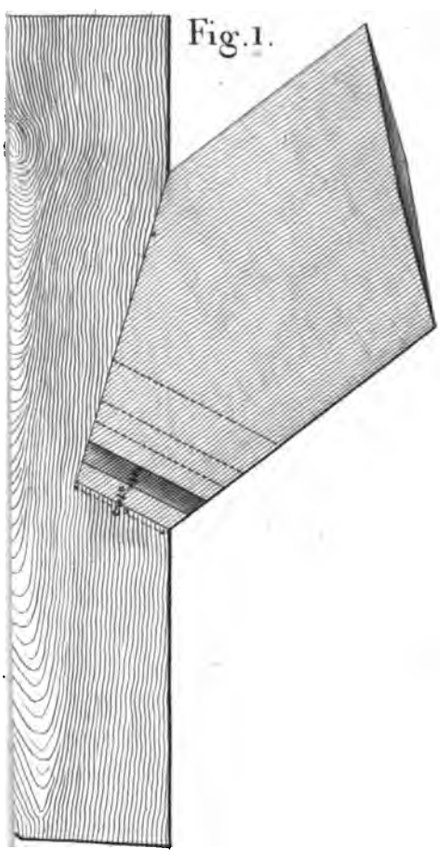
un poids en maçonne



Gravé par E. Collin.

re de decintrer les voutes en ruinant avec de longs ciseaux
uts des arbaletriers dans leur assemblage.

Fig.1.



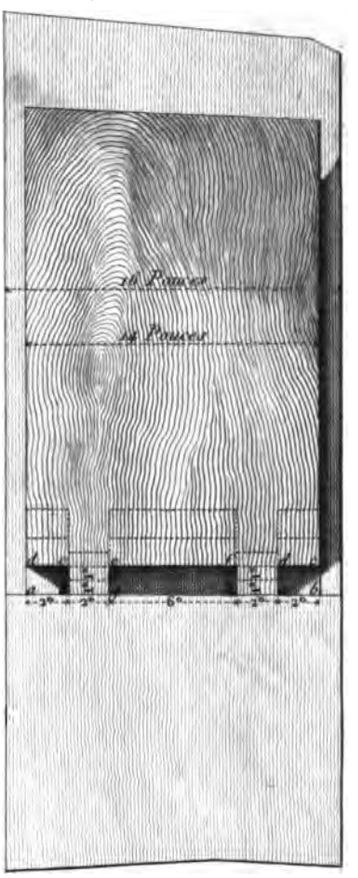
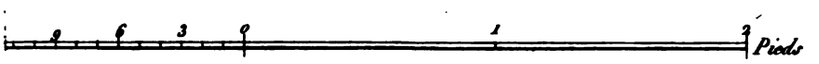
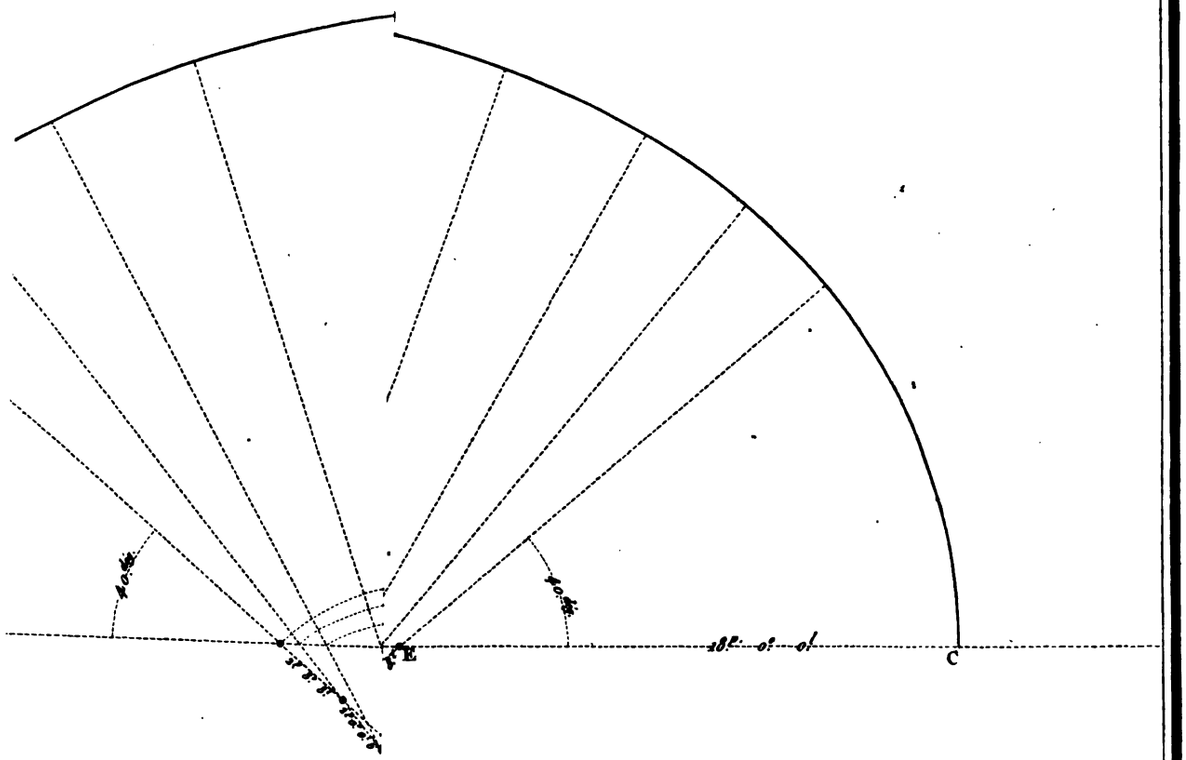


Fig.2.

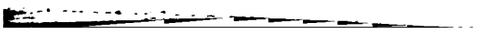


Gravé par E. Collin.



Description de la courbe adoptée pour les arches du Pont de Saumur ayant 60 pieds d'ouverture.

Gravé par E. Collin.



ÉLARGISSEMENT du Quai de la Ville de
ROUEN Pour faciliter le débarquement des Navires
et la communication des routes du Havre et de Dieppe.

Porte grand Pont

Porte de Paris

la Ville

SEINE FL.

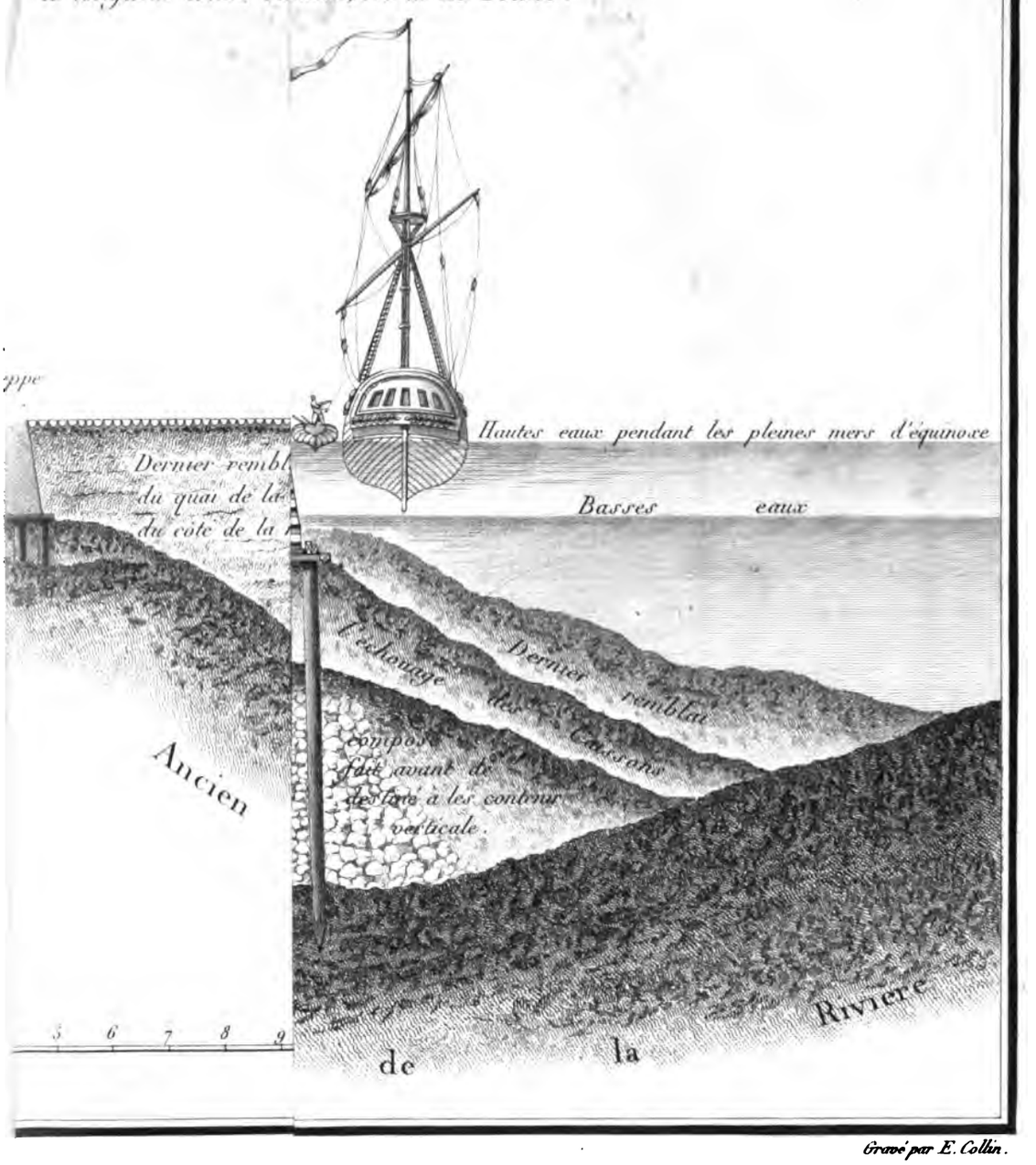
Pile

Eléva

Gravé par E. Colla

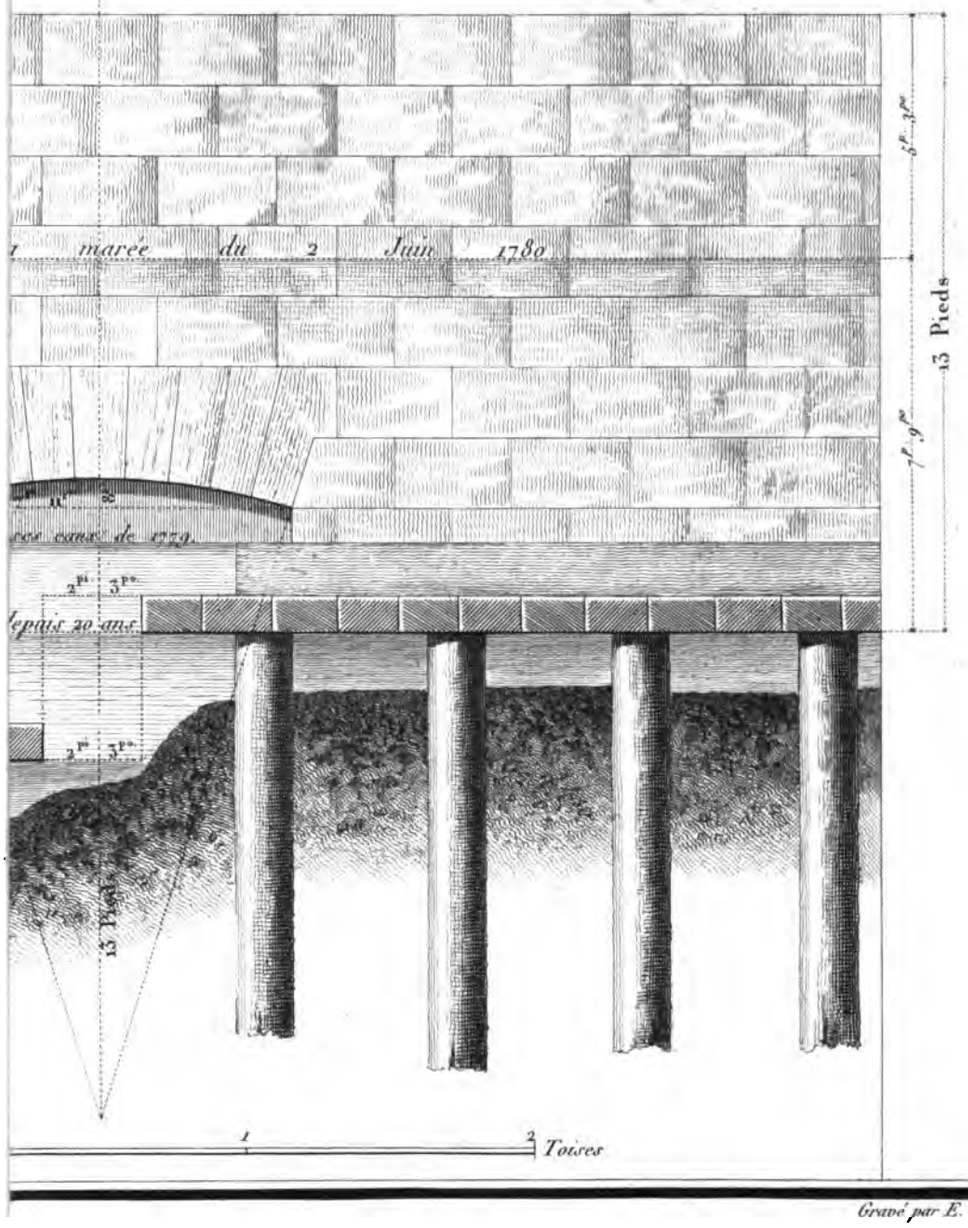
ROFIL du nouveau

a longueur totale dument, est de 110 Toises.



Gravé par E. Collin.

les Caissons de 1779 et 1780.

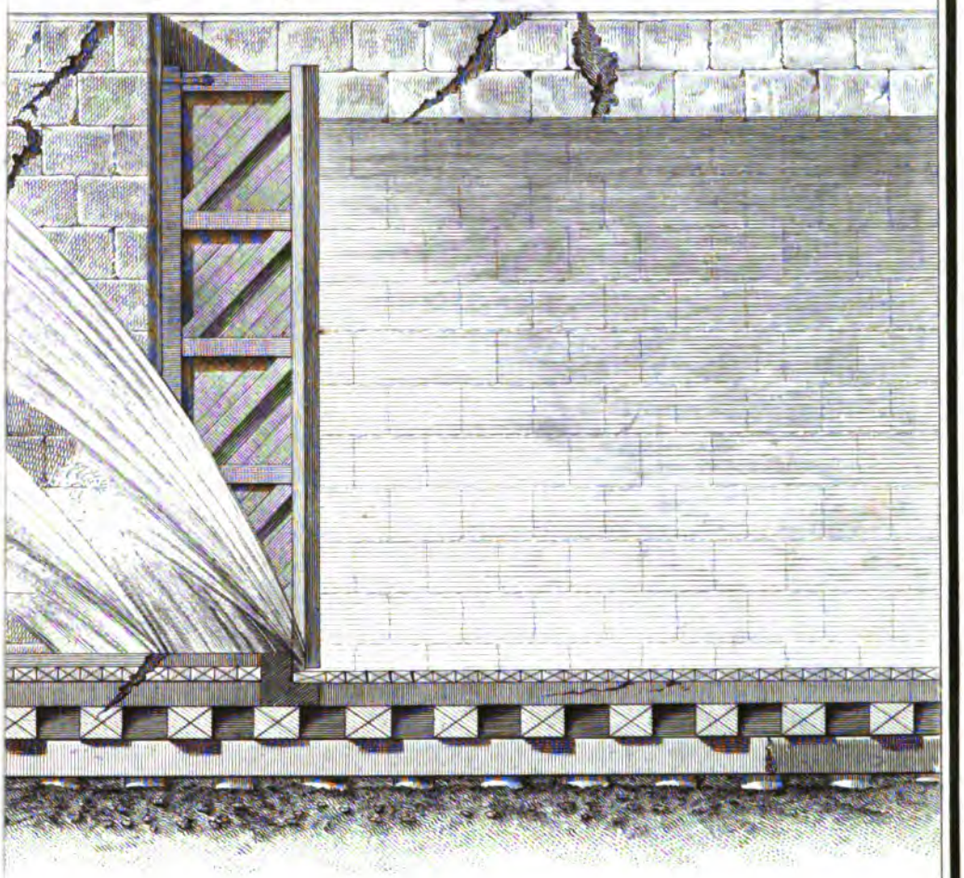


Gravé par E. Collin.

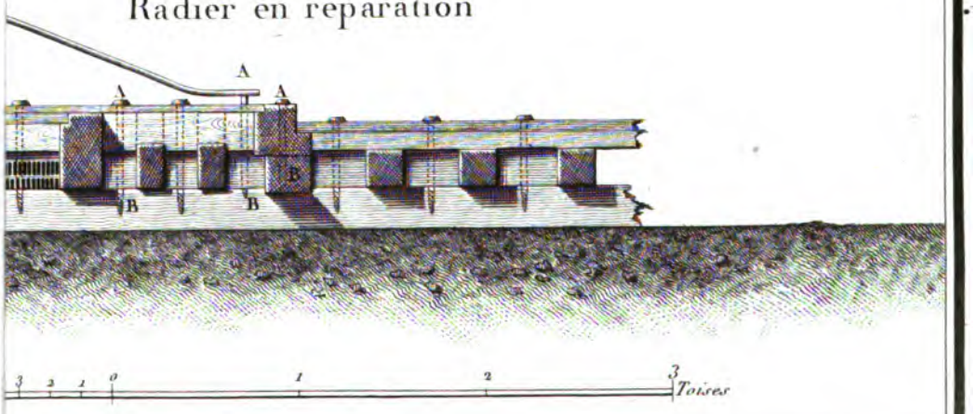
COUPE sur l'axe de l'Ecluse

l'effet de l'eau passant entre les portes et le musoir.

Fig. 1re

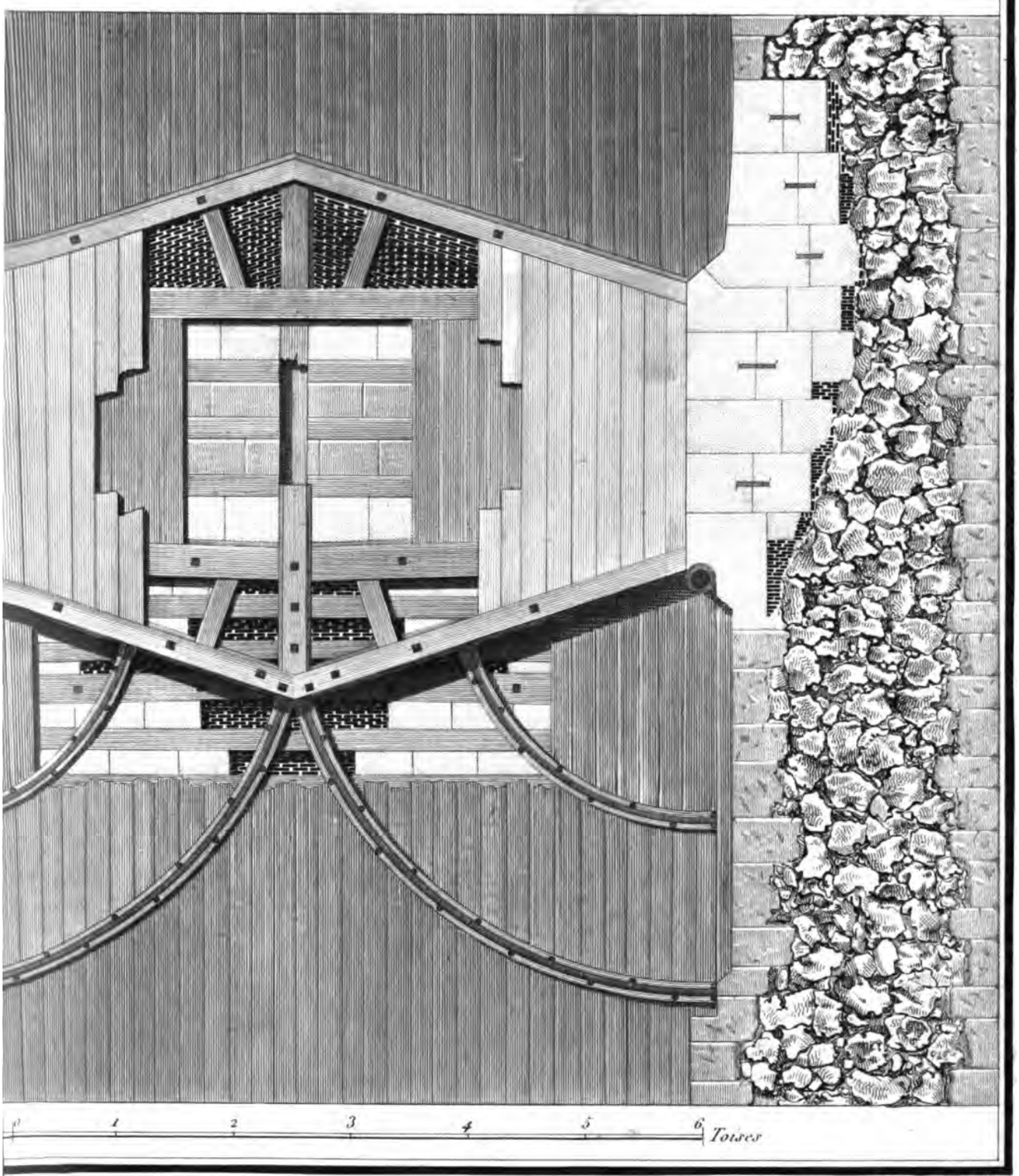


Radier en réparation



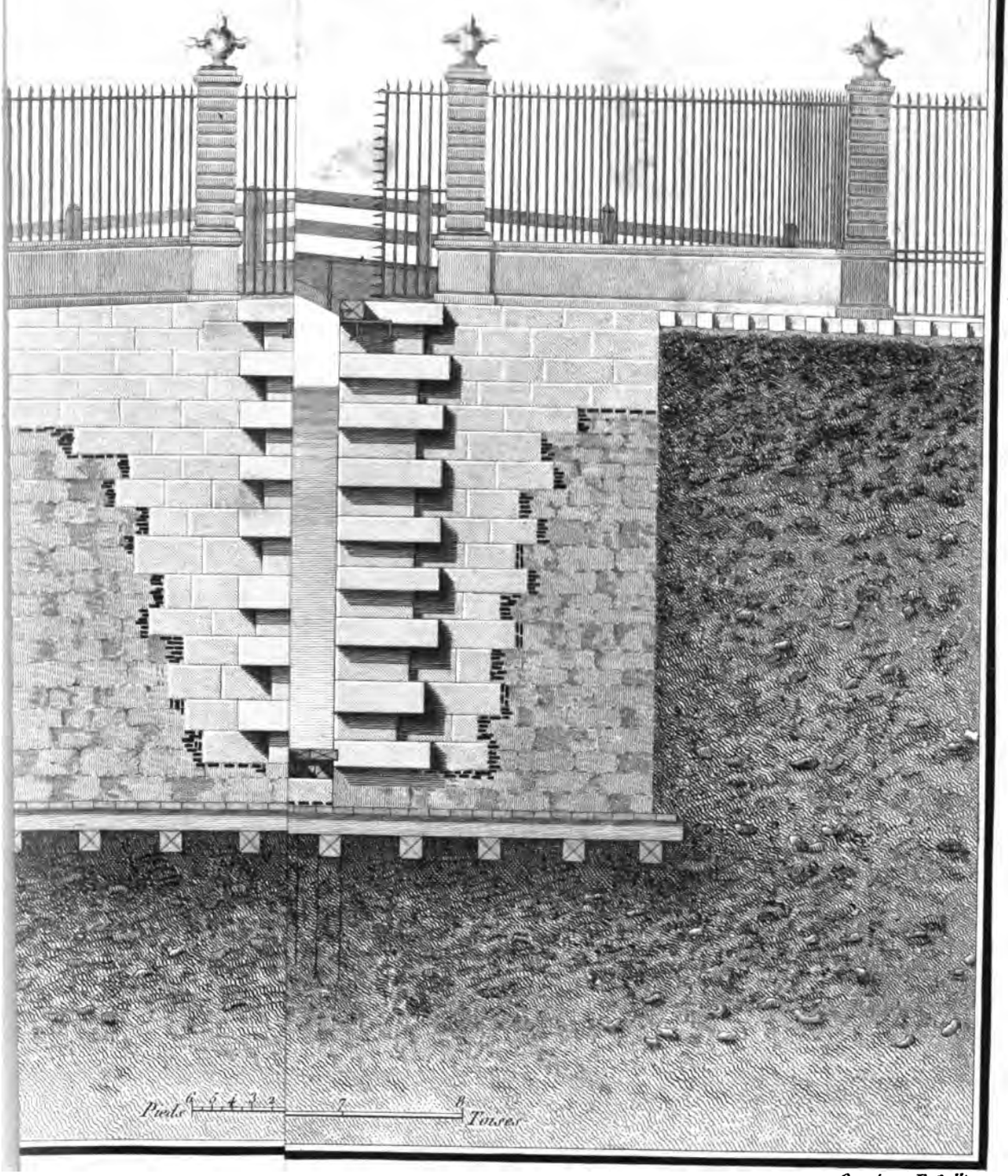
Gravé par E. Collin.

Radier et des murs de Bajoyers de l'Ecluse du bassin du Havre
ges et les réparations qui y ont été faits pendant l'Année 1776.



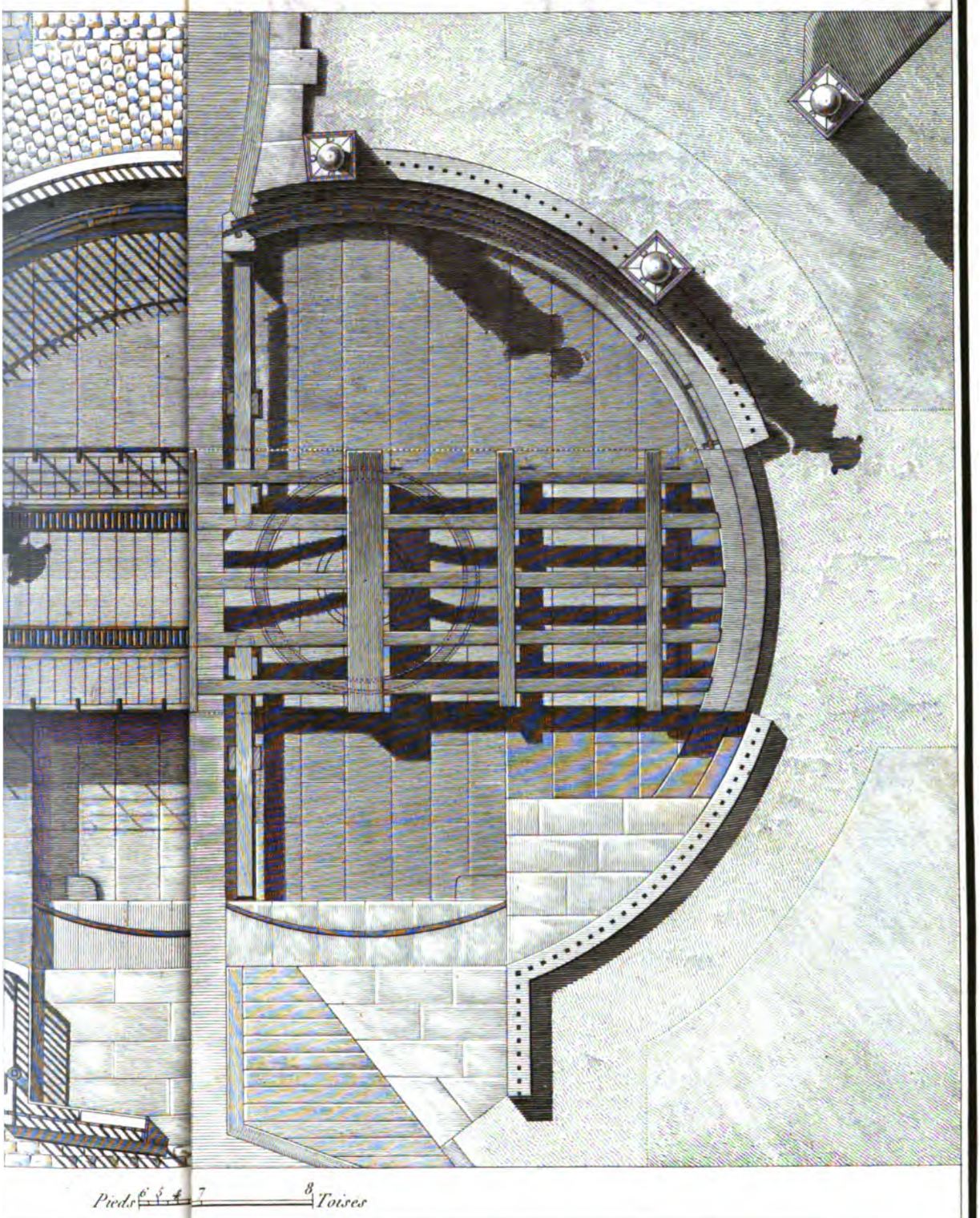
Gravé par E. Collin.

PROFIL pris sur une pour servir à faire connoître les réparune idée de l'ancien Pont-tournant qui ne ser



Gravé par E. Collin.

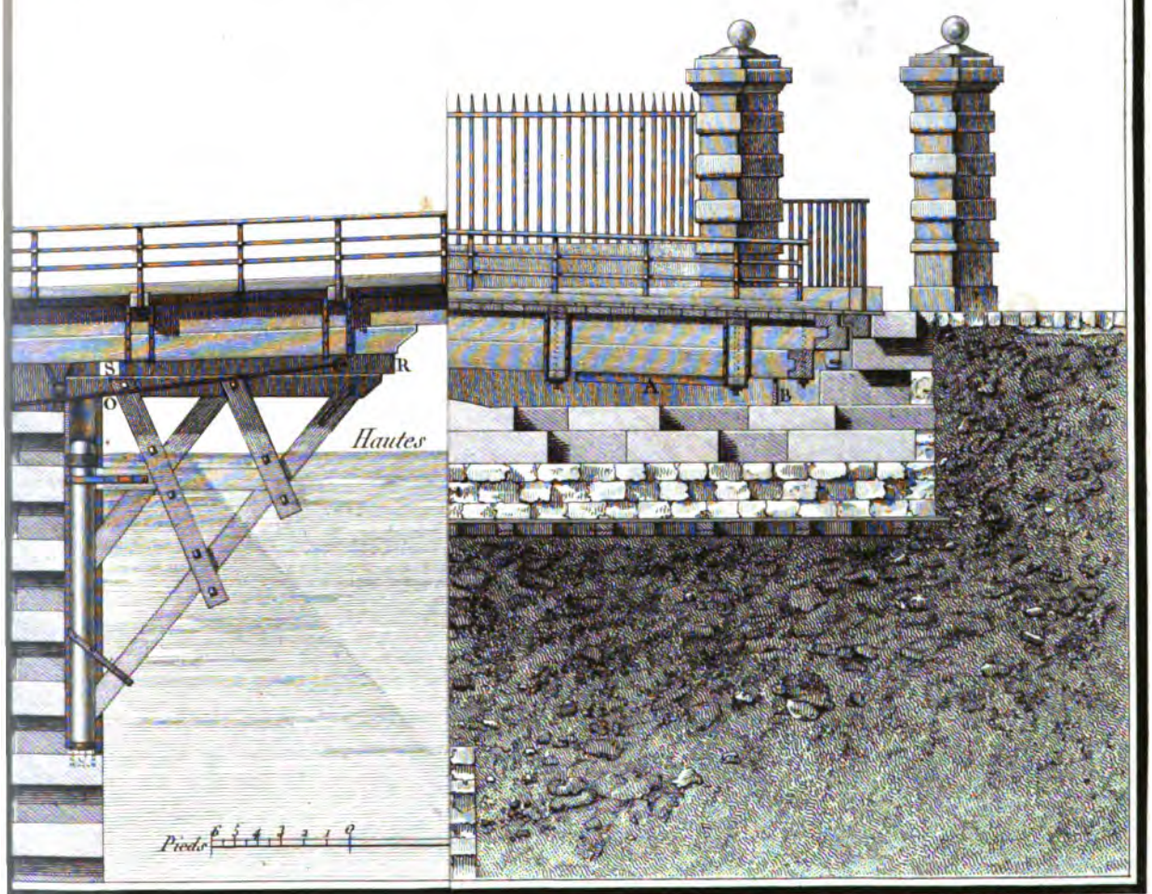
IN d'un Pont r le passage des voitures.



Gravé par O. Michel.

ÉLÉVATION DU

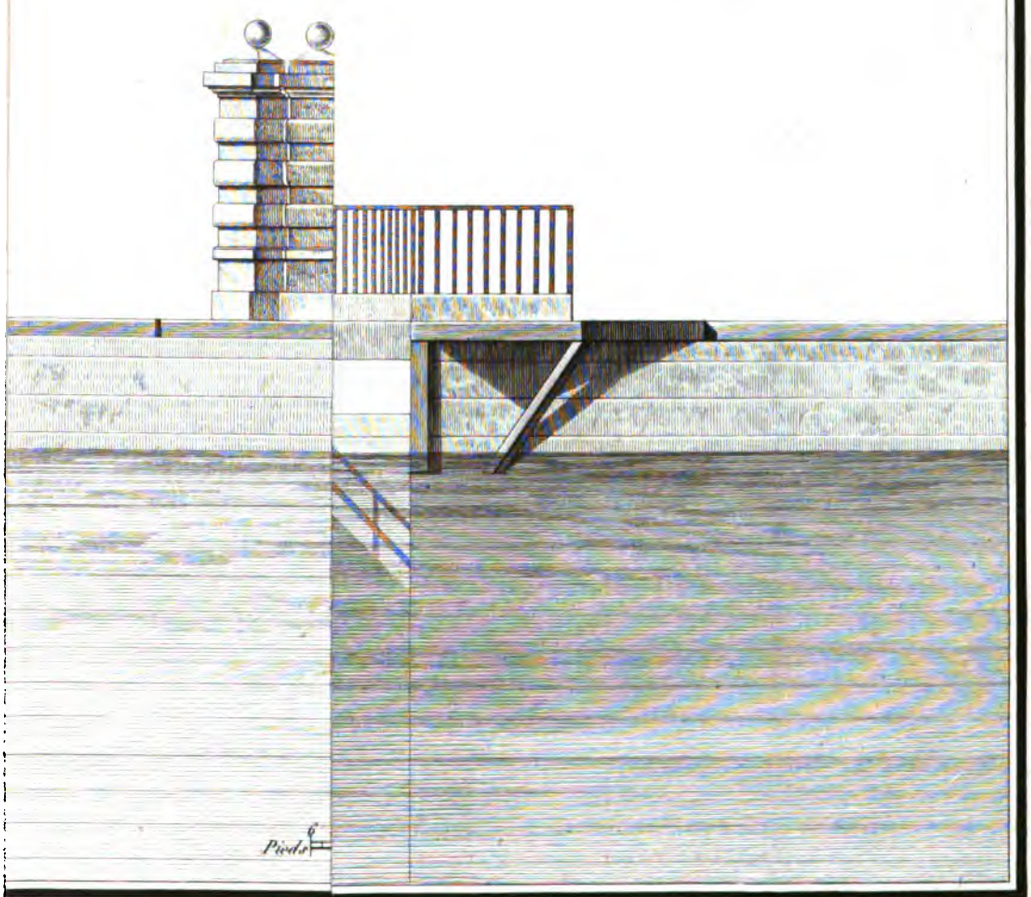
pour le passage des vo



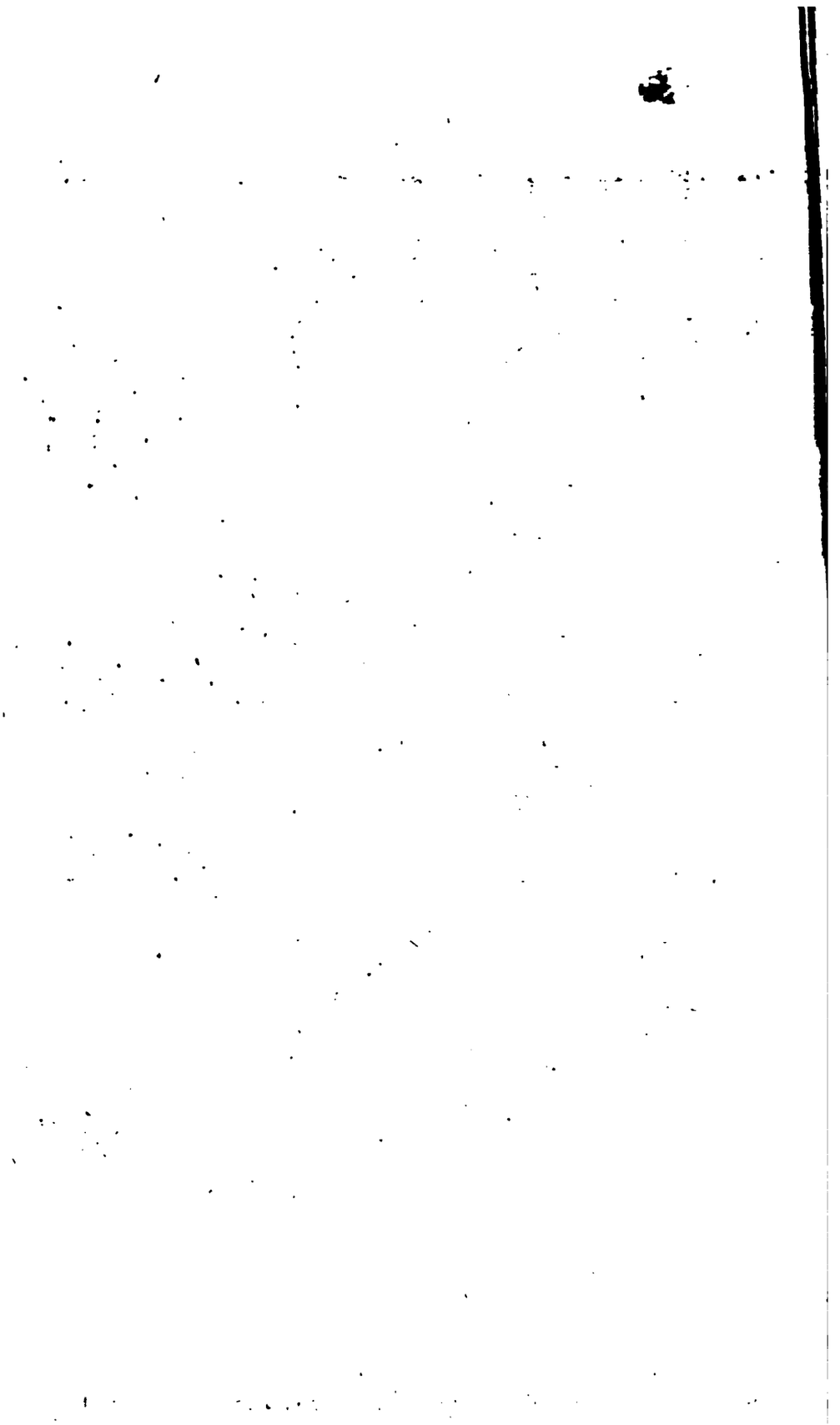
Gravé par J. Rousset.

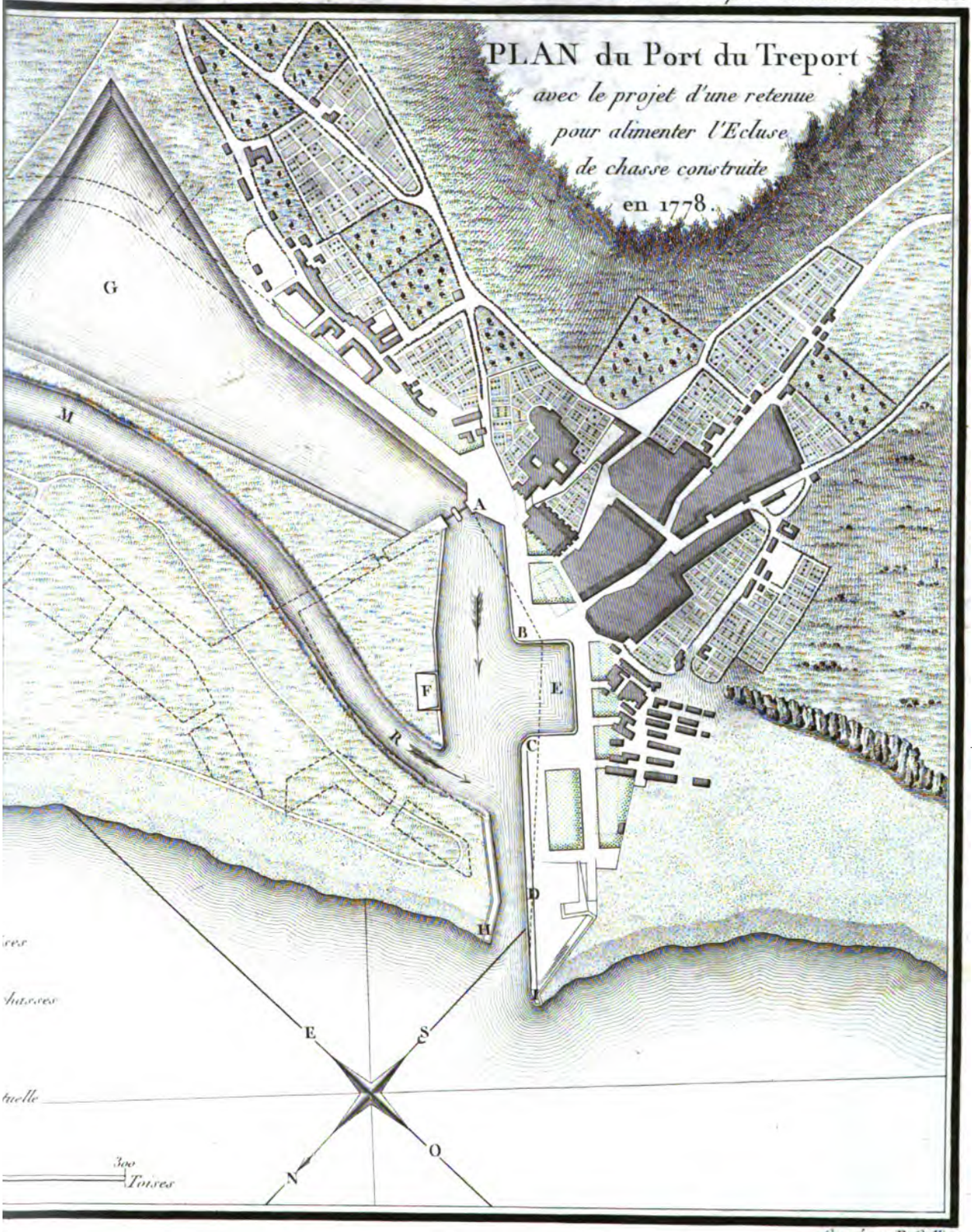
OUPE sur la lig

77, sur l'Ecluse de l'a



Gravé par E. Collin.





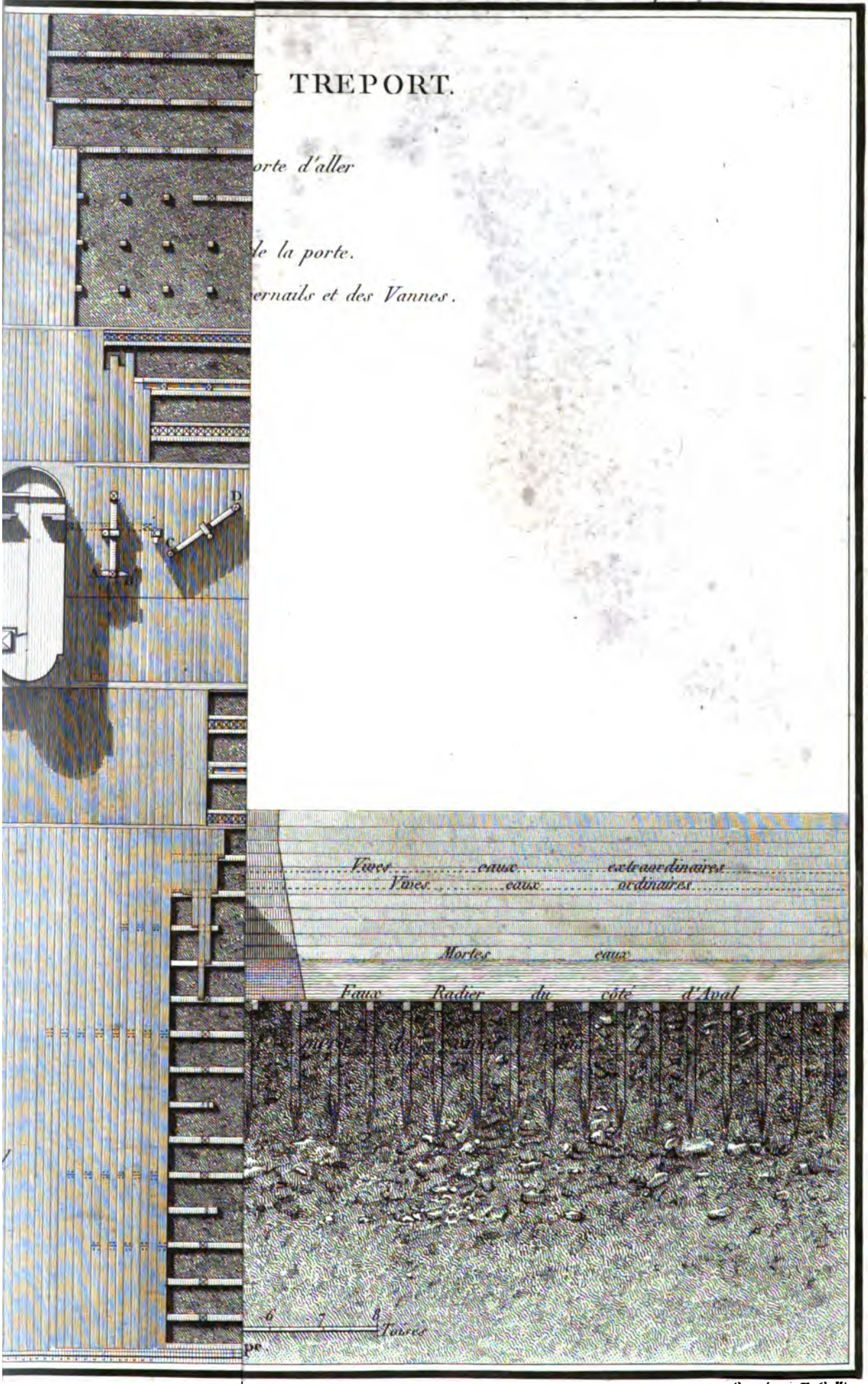
Gravé par E. Collin.

TREPORT.

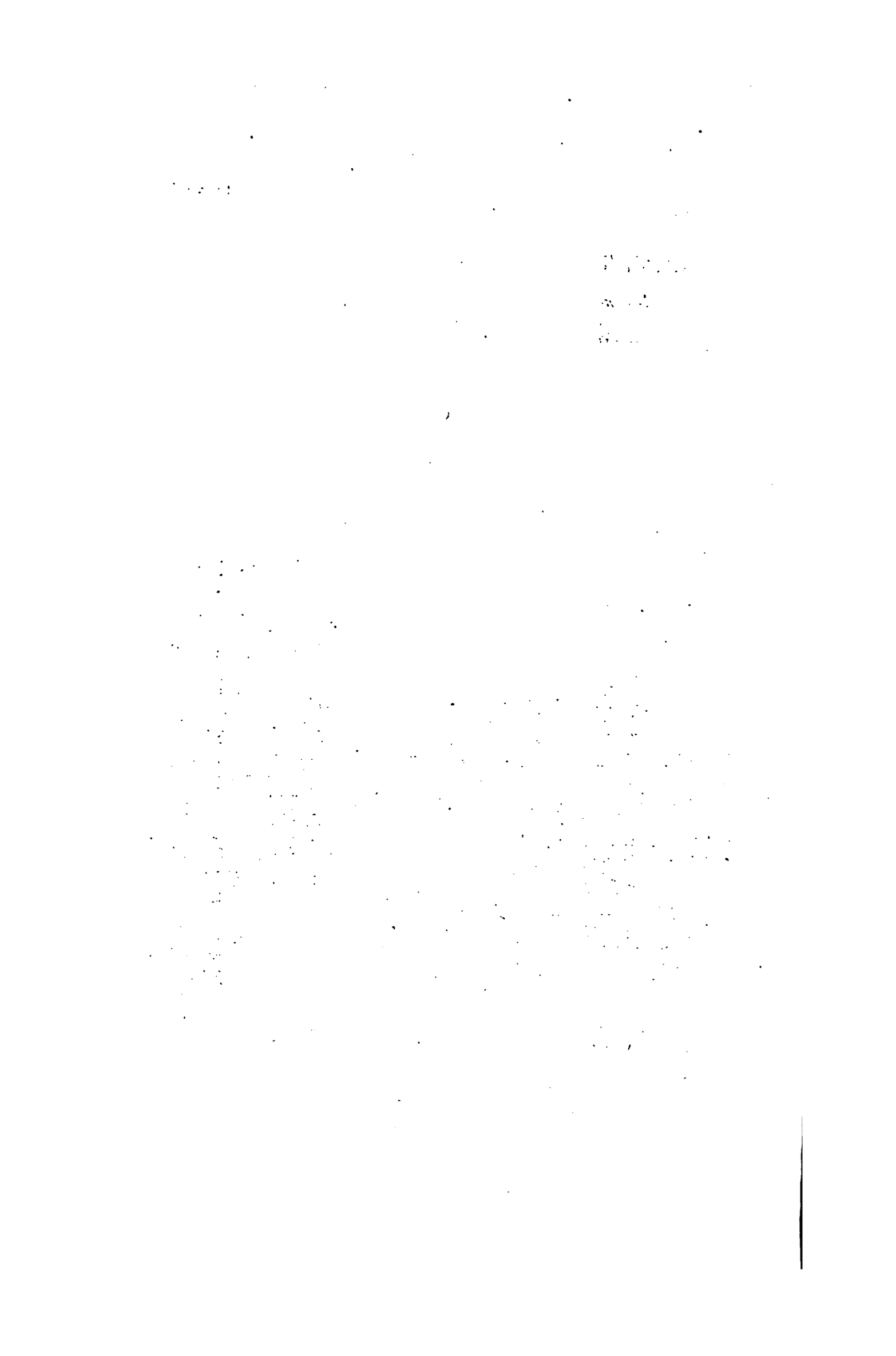
orte d'aller

de la porte.

ernails et des Vannes.



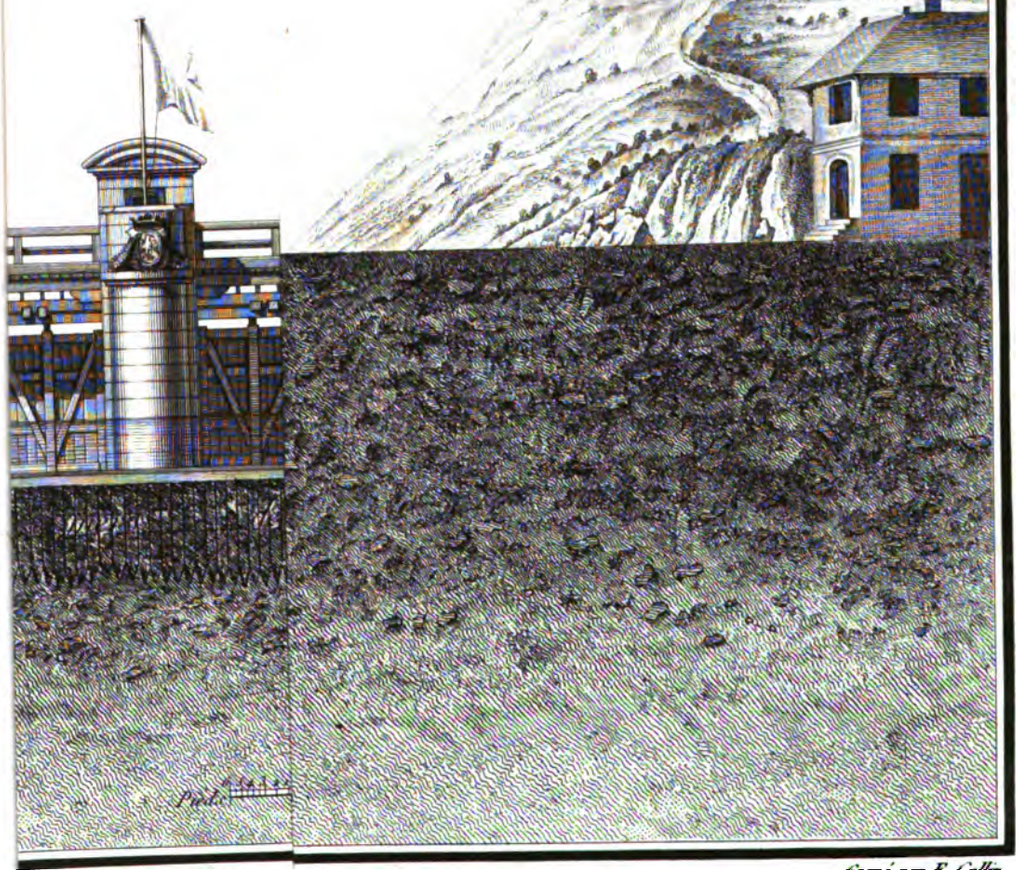
Gravé par E. Collin.



ÉLÉVATI

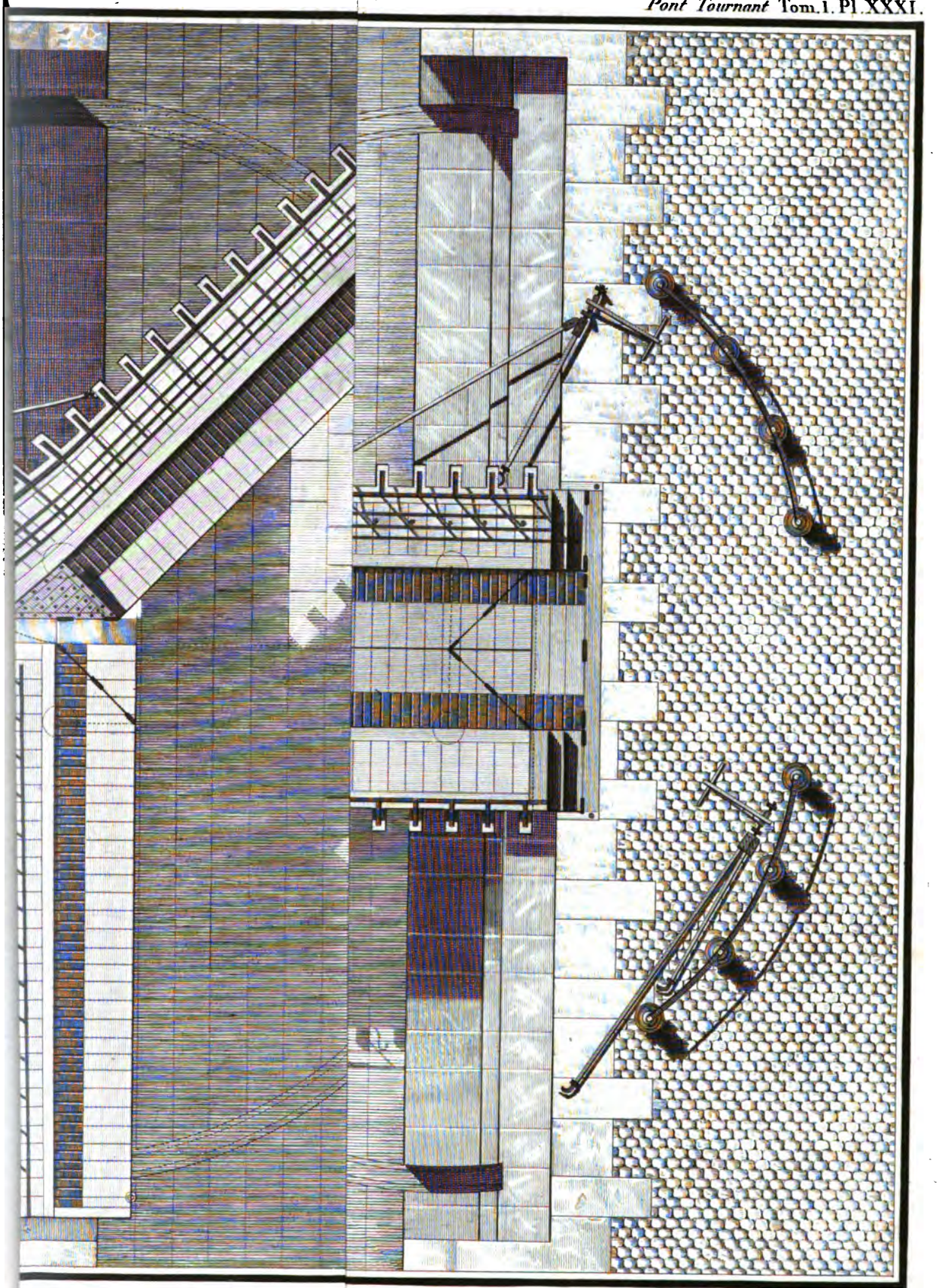
Destinée

exécutée

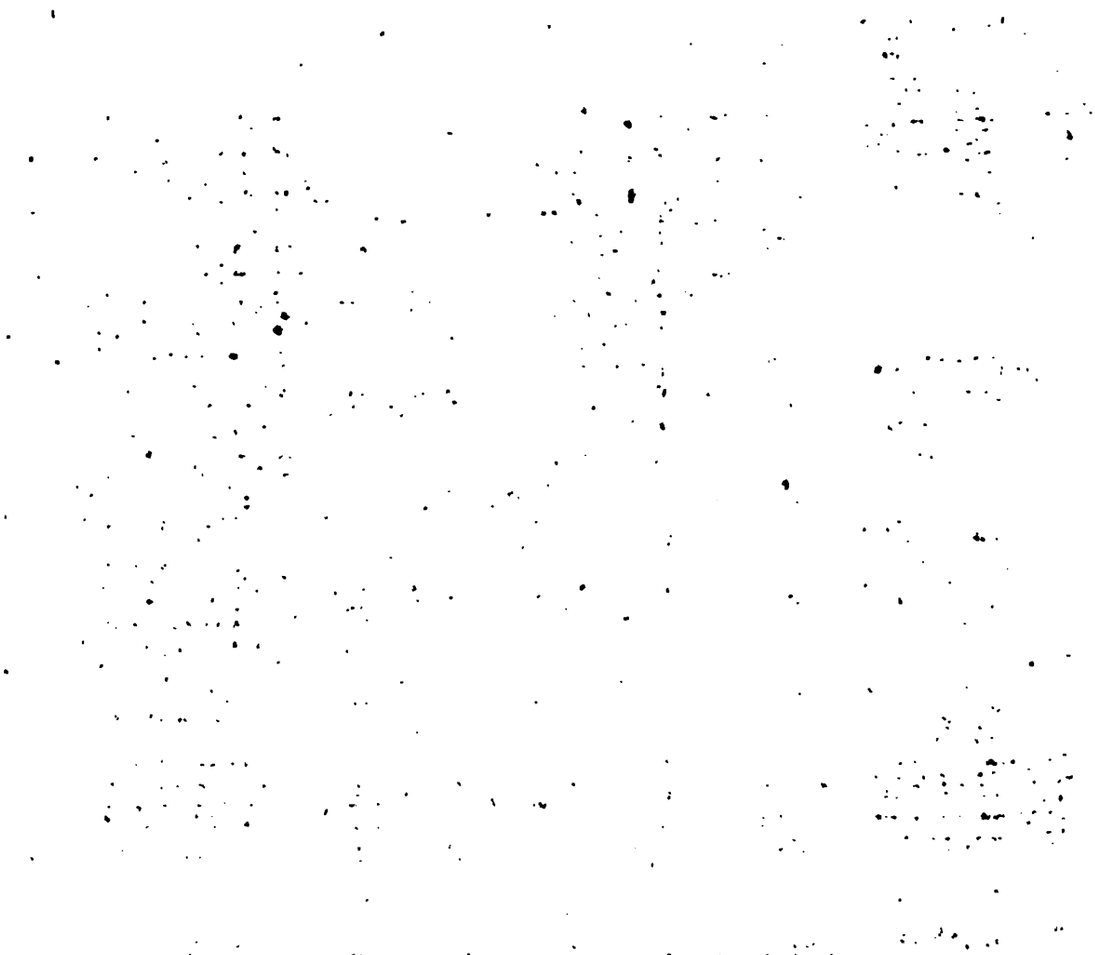


Gravé par B. Collin.

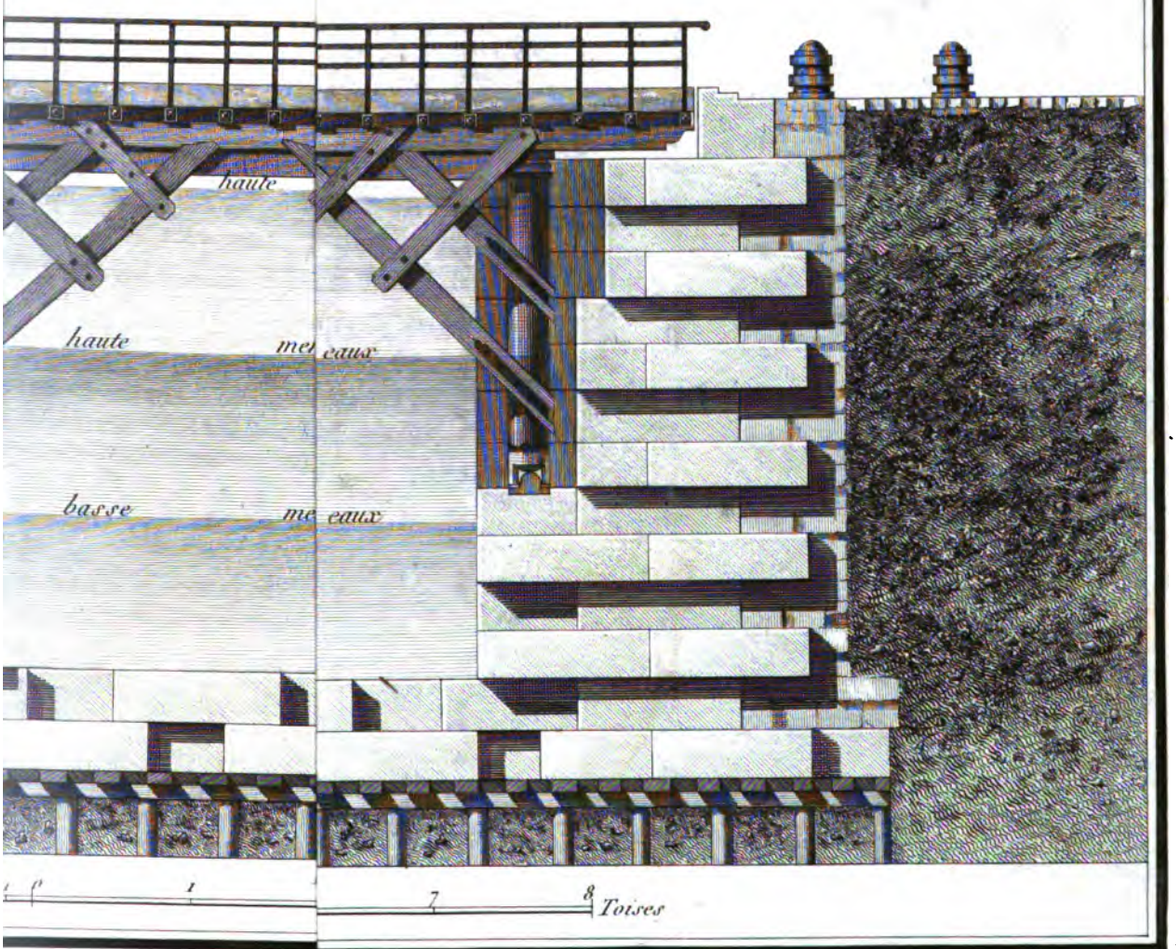
Pont Tournant Tom. 1. Pl. XXXI.



Gravé par E. Collin.



ÉLÉVATI[illegible]*res*
exécuté sur un[illegible].
Sa largeur tot[illegible] *et*
les huit autres.



Gravé par E. Collin.

N DES BAJO

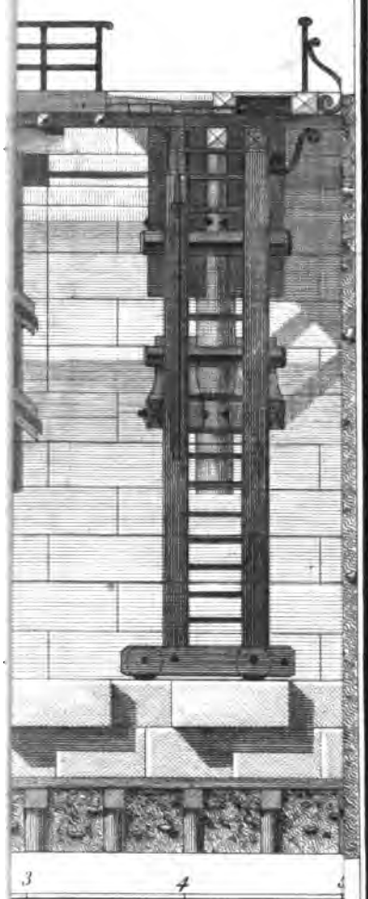
parties tournantes la

u Pont et les patins g

8 boulets de 36 livres

ute des échelons pour

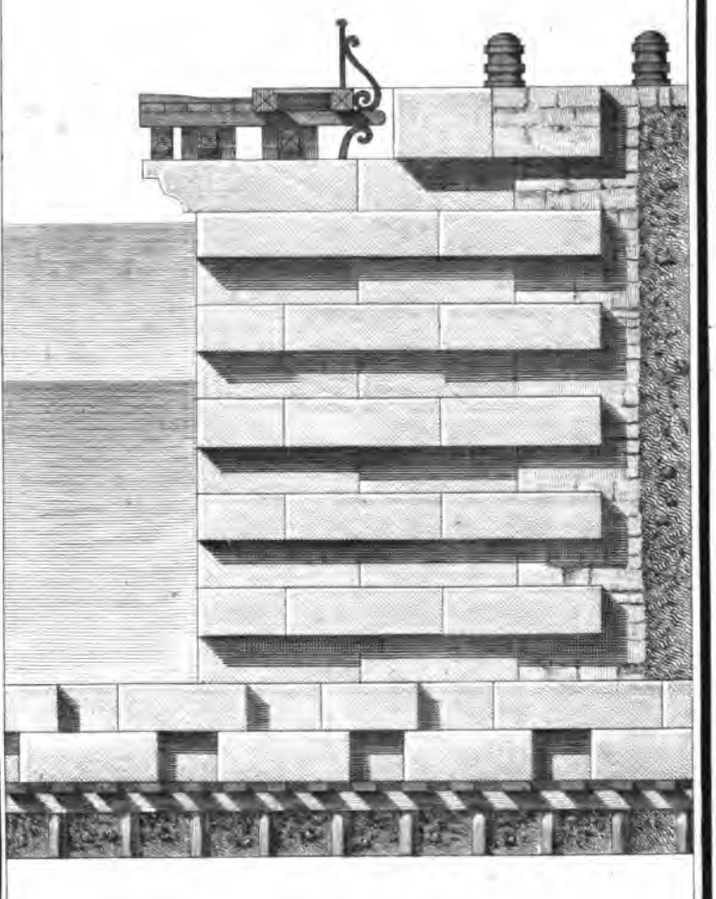
nt la basse mer.



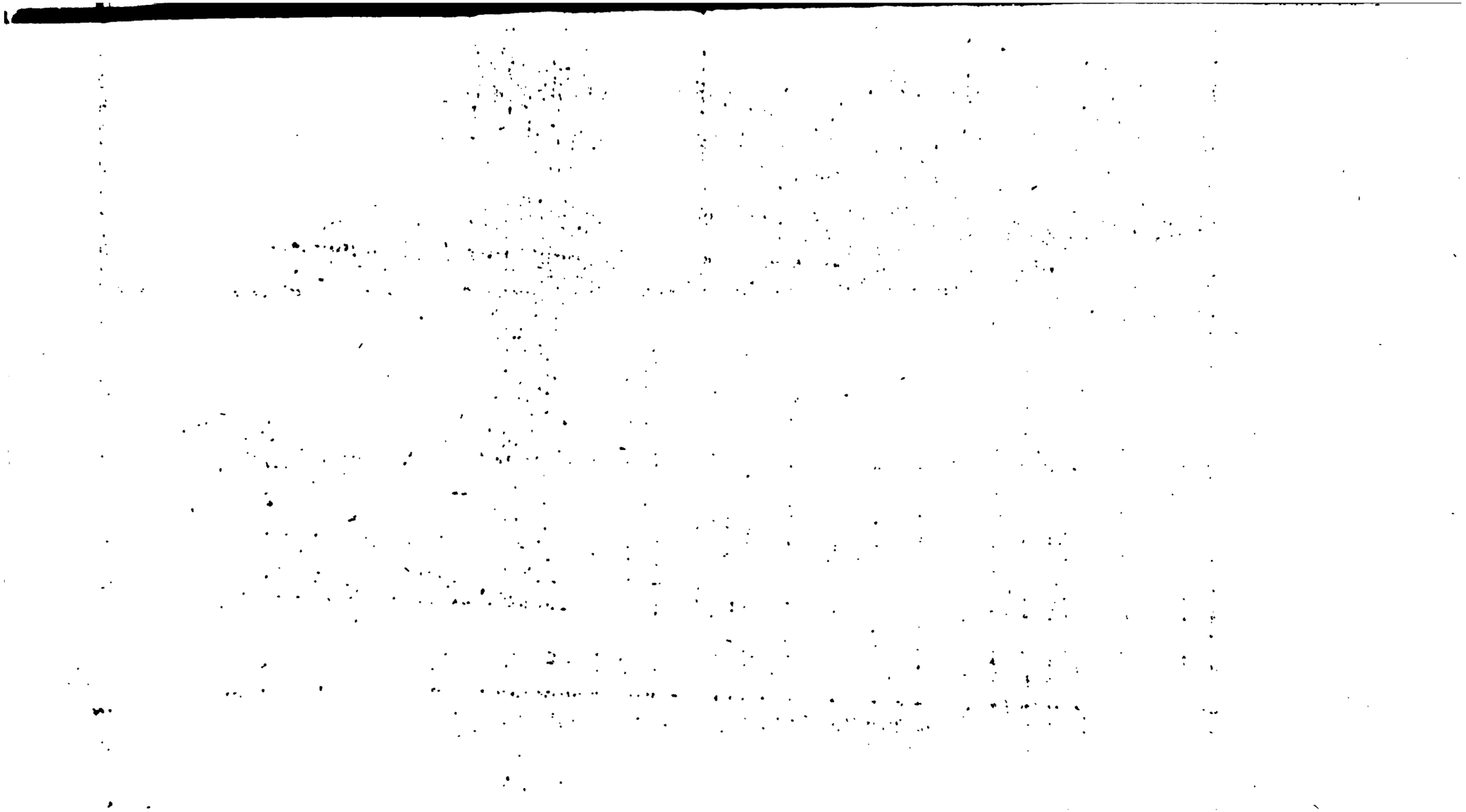
3 4

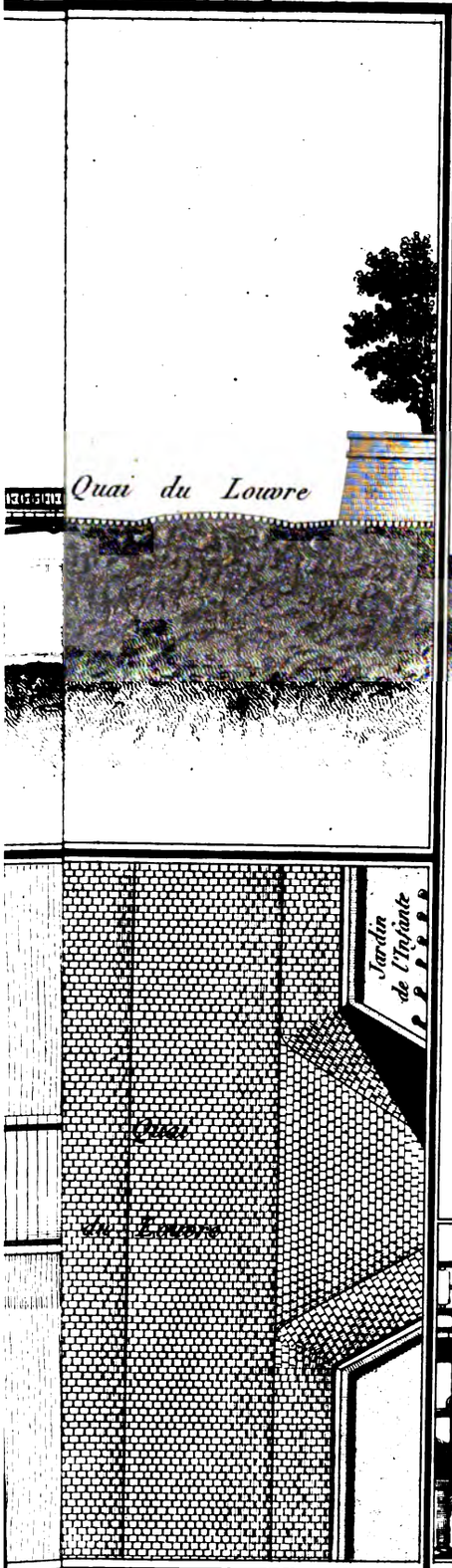
COUPE

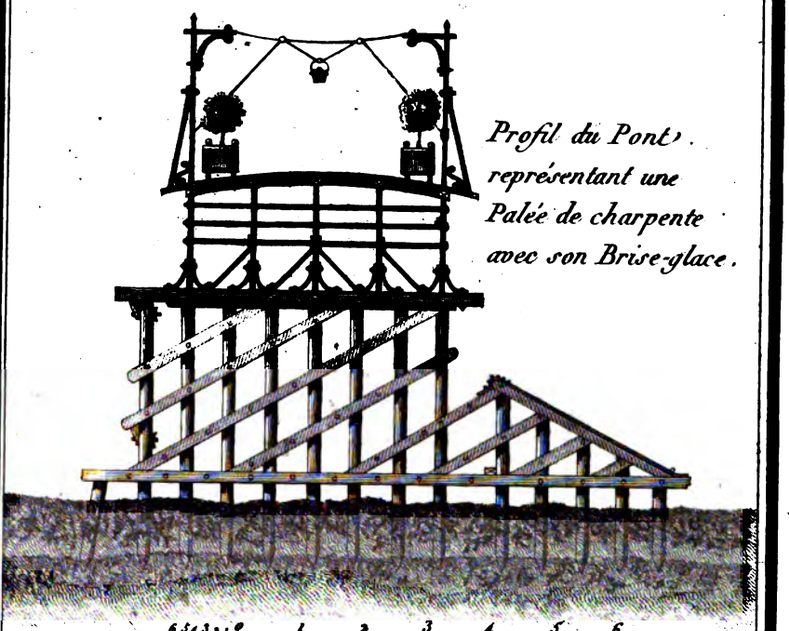
sur l'épaisseur des Bajoyers.



Gravé par E. Collin.



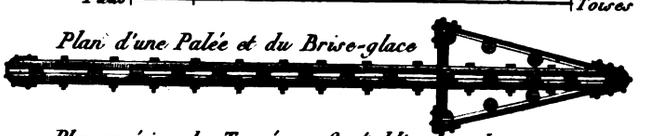




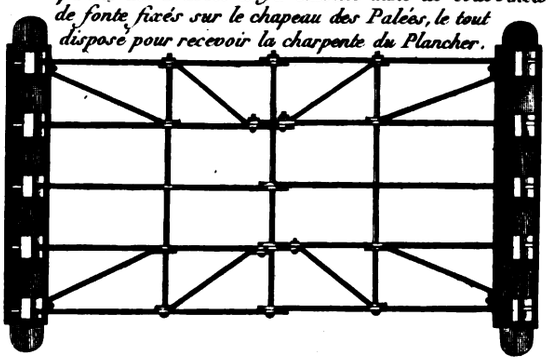
Profil du Pont, représentant une Palée de charpente avec son Brise-glace.

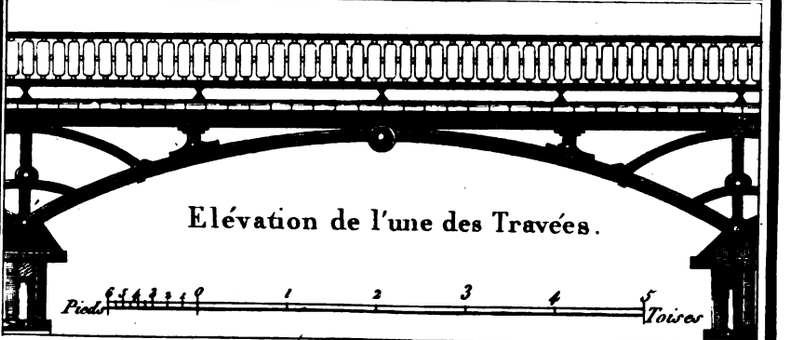
Pieds 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 Toises

Plan d'une Palée et du Brise-glace



Plan supérieur des Travées en fer établies dans les coussinets de fonte fixés sur le chapeau des Palées, le tout disposé pour recevoir la charpente du Plancher.





Elévation de l'une des Travées.

Pieds 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 Toises

Gravé par E. Collin.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.